COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Détermination des actions mutuelles de Jupiter et de Saturne, pour servir de base aux théories respectives des deux planètes; par* **M. Le Verrier.**

« Dans la séance du 20 mai, dit l'auteur, j'ai présenté à l'Académie un ensemble de recherches relatives aux théories des quatre grosses planètes du système solaire. L'Académie ayant bien voulu témoigner de la manière la plus efficace son intention que ces travaux fussent poursuivis, je me suis mis en mesure de le faire et de les amener successivement à l'état d'achèvement où ils pourront passer dans la pratique de l'Astronomie.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui la partie du travail commune aux actions mutuelles de Jupiter et de Saturne, prête pour l'impression, lorsqu'il plaira à l'Académie de l'ordonner.

» Lorsqu'on veut donner à la théorie présente une précision égale à celle à laquelle atteignent les observations, les développements analytiques prennent une étendue considérable. Cette partie de la science est sans aucun doute destinée à donner aux astronomes et aux géomètres de grands soucis, et cela dans un avenir très-prochain.

» Je sollicite aujourd'hui de nos confrères les géomètres de l'Académie

qu'ils veuillent bien tourner de nouveau leur attention sur l'intégration des équations différentielles dont dépendent les inégalités séculaires des orbites.

» Lagrange a montré que l'intégration s'effectue par une méthode très-élégante, lorsqu'on n'a égard qu'aux termes du premier ordre par rapport aux masses perturbatrices, et du premier degré par rapport aux excentricités des orbites.

» Laplace, après qu'il eut découvert la grande inégalité de Jupiter et de Saturne, établit qu'il en résultait dans les équations différentielles de nouveaux termes séculaires, du second ordre par rapport aux masses perturbatrices, et de degré supérieur par rapport aux excentricités. Ces termes, très-sensibles, ne sont pas les seuls qu'il soit indispensable de considérer.

» Les termes d'un ordre donné se développent suivant les cosinus des multiples des différences des longitudes des périhélies des deux Planètes, pour ce qui concerne les variations des périhélies ; suivant les sinus des mêmes angles, en ce qui concerne les variations des excentricités. Or, si nous considérons le coefficient d'une de ces lignes trigonométriques, celui, par exemple, du cosinus de la différence des longitudes des périhélies, on reconnaît que ce coefficient se compose d'une suite de termes du 1er, du 3e et du 5e degré, qui tous sont positifs, et dont la somme contribue par conséquent à un effet total considérable; c'est ainsi que l'ensemble des termes du second ordre arrive à surpasser le tiers des termes du premier ordre. Et comme l'on sait que, quand l'excentricité de Jupiter, par exemple, diminue, celle de Saturne augmente, il en résulte que la propriété qui donne tant d'influence aux termes du second ordre produira à toute époque les mêmes effets.

» De là résulte la nécessité d'avoir égard aux termes qui sont du troisième ordre, par rapport aux masses perturbatrices. Les développements jouissent de la même forme que dans les deux premiers ordres ; seulement les coefficients des lignes trigonométriques se composent chacun d'un plus grand nombre de termes qui s'élèvent jusqu'au 7e degré, et l'on retombe encore sur cette propriété, que dans un même coefficient tous les termes sont de même signe, ce signe étant d'ailleurs celui dont ils sont affectés dans les coefficients des lignes trigonométriques analogues dans les ordres précédents. Par cette circonstance, les termes du troisième ordre deviennent eux-mêmes fort sensibles, et ils doivent être considérés même dans l'Astronomie actuelle, à plus forte raison dans la recherche des intégrales générales.

» Ces résultats nous ont porté à considérer, à leur tour, les termes qui sont du quatrième ordre par rapport aux masses perturbatrices. Comme on devait s'y attendre, leur influence est tout à fait comparable à celle des termes du troisième ordre, et il est nécessaire d'en tenir compte. Les termes du cinquième ordre sont beaucoup plus petits et peuvent être négligés quant à présent.

» L'intégration d'un ensemble d'équations simultanées aussi complexes serait impossible, si l'on ne profitait attentivement des circonstances qui peuvent la simplifier.

» On pourra, sans doute, considérer d'abord et uniquement les quatre équations relatives aux excentricités et aux périhélies de Jupiter et de Saturne, en agir de même à l'égard des inclinaisons et des nœuds des deux planètes, et réserver le reste pour une seconde approximation.

» Les termes du troisième et du quatrième ordre pourront également être réservés, mais il faudra considérer simultanément l'ensemble des termes du premier et du deuxième ordre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Note sur l'action exercée à la température rouge par le charbon et par le fer sur l'acide carbonique; par* **M. Dumas.**

« Peu de temps après la découverte de l'oxyde de carbone, par Priestley, la constitution de ce gaz était mise en évidence par Cruishanks, d'une part, et de l'autre par Clément et Desormes. Cependant, Berthollet soutenait que ce nouveau gaz inflammable contenait de l'hydrogène, associé au carbone et à l'oxygène.

» Aujourd'hui, ce n'est plus la nature de l'oxyde de carbone qui est mise en cause; elle a été trop bien démontrée par la comparaison des densités de l'acide carbonique, de l'oxygène et de l'oxyde de carbone lui-même, ainsi que par la conversion de ce dernier gaz en acide carbonique, opérée sur une grande échelle, avec une extrême précision par M. Stas, pour qu'elle laisse prise à aucune objection.

» M. Dubrunfaut, pour contester le mode de génération de l'oxyde de carbone, n'en est pas moins conduit, ainsi que Berthollet, à considérer l'hydrogène comme indispensable à sa formation. D'après lui, l'acide carbonique sec ne pourrait pas être converti en oxyde de carbone par le charbon sec. Cette action exigerait que l'acide carbonique fût humide ou que le charbon contînt de l'eau, et la présence de la vapeur d'eau serait

nécessaire pour déterminer la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone.

» Pour Berthollet, l'hydrogène entrait, comme matière, dans la composition même de l'oxyde de carbone ; pour M. Dubrunfaut, c'est par sa présence qu'il décide la production de ce gaz, comme excitateur.

» Depuis que les chimistes, à l'exemple de Berzélius, ont admis les actions de contact, et qu'on a vu quelquefois des traces d'une substance convenablement choisie déterminer des réactions profondes sur d'autres produits pris en quantités considérables, on est disposé à faire intervenir souvent ce mode mystérieux d'action chimique.

» Il n'est pas facile, *à priori*, de repousser ces interventions. Pourquoi, en effet, une trace d'oxygène serait-elle nécessaire, quand il s'agit de décomposer l'oxyde de carbone au moyen du fer, et pourquoi une trace d'hydrogène ne le serait-elle pas, lorsqu'il s'agit de convertir l'acide carbonique en oxyde de carbone au moyen du charbon?

» Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que de telles questions soient posées. Seulement, on aimerait qu'elles le fussent toujours après avoir consulté l'expérience. En tout cas, il n'est pas bon que, le doute continuant à peser longtemps sur des sujets de cet ordre, on soit amené à considérer, peu à peu, comme incertaines les vues fondamentales sur lesquelles repose l'édifice construit par Lavoisier.

» Après avoir démontré, par une série d'expériences sur la combustion du graphite sec et privé d'hydrogène, dans l'oxygène absolument sec, que la formation de l'acide carbonique a lieu dans ces conditions, contrairement à l'opinion de M. Dubrunfaut, je me suis proposé de contrôler à son tour la seconde des propositions émises par cet habile chimiste, savoir : que l'acide carbonique ne peut pas être converti en oxyde de carbone par le charbon, sans le concours de l'hydrogène ou de l'eau.

» J'ai mis un intérêt particulier à éclairer cette question. L'oxyde de carbone m'a toujours occupé. J'y voyais le lien entre la chimie organique et la chimie minérale, lorsque j'introduisais l'emploi du gaz chloro-carbonique dans la synthèse des combinaisons organiques. C'est dans mon laboratoire que M. Leblanc découvrit les propriétés vénéneuses si extraordinaires de l'oxyde de carbone, devenu l'un des moyens les plus puissants pour l'analyse des gaz du sang. Je démontrais, dans mes cours publics : 1° que l'acide carbonique peut être converti en oxyde de carbone par le charbon; 2° que l'eau peut être transformée par le charbon en oxyde de carbone et en hydrogène; 3° que les gaz produits par l'une ou l'autre

de ces réactions se comportent à volumes égaux, comme sources de chaleur, à la manière de l'hydrogène pur. Ajoutant, en effet, au gaz oxyde de carbone, provenant de la décomposition de l'acide carbonique; au mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène produit par la décomposition de l'eau; enfin, à l'hydrogène lui-même, la moitié de leur volume d'oxygène, je démontrais que les flammes provenant de ces trois sources de chaleur pouvaient fondre également le platine. J'appelais en conséquence l'attention des industries pyrotechniques sur l'emploi de ces gaz, qui offraient le moyen d'utiliser pour les températures les plus hautes les combustibles les plus pauvres, et de régulariser l'emploi de tous ceux dont nous disposons (1).

» L'invention du four Siémens a réalisé toutes ces prévisions, et lorsqu'on voit son adoption, déjà fort étendue, devenir l'occasion de grands profits, tout en améliorant la qualité des produits et le sort des ouvriers, on s'étonne qu'il puisse rester encore des doutes sur les circonstances relatives à cette transformation par le charbon de l'acide carbonique en oxyde de carbone, dont le rôle est devenu si important.

» Cependant, si l'on remonte aux premiers travaux dont l'oxyde de carbone a été l'objet, on trouve que l'expérience sur laquelle on s'appuie pour professer ce point de doctrine chimique, a été effectuée par Cruishanks et par Clément et Desormes au moyen de deux vessies placées aux deux bouts d'un tube en fer ou en terre chauffé au rouge, à l'aide desquelles on forçait le gaz acide carbonique, passant alternativement de l'une à l'autre, à subir l'action du charbon contenu dans le tube.

» Dans cette expérience un peu primitive, l'acide carbonique employé était humide; le charbon l'était également et contenait certainement de l'hydrogène combiné. Elle ne permettait donc pas de trancher ni l'une ni l'autre des deux questions suivantes : 1° le charbon décompose-t-il l'acide carbonique absolument sec? 2° L'acide carbonique peut-il être entièrement converti par le charbon en oxyde de carbone?

» J'ai mis à profit de nouveau pour les résoudre des appareils que les laboratoires de l'École centrale possèdent.

» L'acide carbonique était produit par l'acide chlorhydrique et le marbre blanc, au moyen d'un appareil à dégagement constant pouvant fonctionner pendant plus de huit jours sans interruption. Le gaz traversait un premier

---

(1) Mes expériences sur la décomposition de l'eau par le charbon ne sont pas d'accord avec celles de M. Bunsen. Elles feront l'objet d'une Note particulière.

vase plein de bicarbonate de soude pour le dépouiller de toute vapeur d'acide chlorhydrique. Un second vase plein de chlorure de calcium menu commençait sa dessiccation. Cinq tubes en U, présentant un développement de $2^{m},50$, pleins de pierre ponce à gros grains mouillée d'acide sulfurique concentré, achevaient la dessiccation du gaz.

» Le charbon que renfermait le tube de porcelaine était un charbon de bois léger, criblé à gros grains, chauffé au rouge blanc dans un creuset enveloppé de poussier, et mis en place encore très-chaud. Deux tampons d'amiante le maintenaient dans le tube.

» Les gaz sortant du tube de porcelaine étaient recueillis sur le mercure.

» Je me suis assuré que le gaz acide carbonique n'entraînait pas trace d'acide chlorhydrique, en le faisant passer dans un appareil à boules, contenant de l'acide sulfurique concentré, tenant du sulfate d'argent en dissolution. Je n'ai pas aperçu la formation de la moindre trace de chlorure d'argent, même après deux ou trois jours de service de l'appareil.

» Comme il s'agissait de s'assurer que les gaz sortant de l'appareil seraient entièrement absorbables, l'acide carbonique par la potasse, l'oxyde de carbone par la dissolution de protochlorure de cuivre, j'ai cherché si les agents employés ne pouvaient pas fournir quelques traces de gaz non absorbables par ces deux réactifs.

» L'acide chlorhydrique liquide, par exemple, ne pouvait-il pas contenir de l'air qui se répandrait dans l'acide carbonique auquel il aurait donné naissance ? Pour répondre à cette question, qui intéresse une foule d'expériences où l'acide carbonique produit par son intermédiaire intervient, j'ai fait bouillir dans un ballon l'acide chlorhydrique liquide, comme s'il s'agissait d'extraire et de doser l'air de l'eau. 405 centimètres cubes d'acide ont fourni $4^{cc},6$ d'air par une ébullition prolongée.

» 100 centimètres cubes d'acide chlorhydrique liquide peuvent donc abandonner $1^{cc},15$ d'air à l'acide carbonique qu'ils produisent, dont la quantité s'élève à 10 000 centimètres cubes et correspond à 20 000 centimètres cubes d'oxyde de carbone (1).

» L'air fourni par l'acide chlorhydrique forme donc à peu près $\frac{1}{20,000}$ du volume total du gaz sortant du tube de porcelaine et constitue une quantité inappréciable.

---

(1) 100 centimètres cubes de l'acide chlorhydrique employé pèsent 83 grammes et contiennent 33 grammes d'acide réel, capables de déplacer 20 grammes d'acide carbonique, représentant 10 litres de ce gaz à zéro et 0,76, et 20 litres d'oxyde de carbone.

» Le marbre blanc le mieux choisi, le plus compacte, ne contiendrait-il pas de l'air emprisonné dans quelques cavités accidentelles, et qui s'en échapperait au moment de sa dissolution par les acides? La quantité en serait très-faible, très-variable, et généralement négligeable, sans doute; mais, pour des expériences de la nature de celles que j'avais à poursuivre, il était nécessaire d'en tenir compte, s'il y avait lieu.

» Or, l'acide carbonique sortant de l'appareil, avant que le tube de porcelaine eût été chauffé, était entièrement absorbable par la potasse. 100 centimètres cubes laissaient comme résidu une bulle de la grosseur d'une tête d'épingle, de l'ordre des millionièmes, relativement au volume total du gaz. Celle-ci provenait même probablement d'une trace d'air expulsé de la dissolution de potasse employée pour absorber l'acide carbonique. En tout cas, il était impossible d'en apprécier la nature ou le volume.

» Ces précautions ne sembleront point exagérées, puisque la moindre trace d'oxygène détermine la décomposition de l'oxyde de carbone par le fer et le dépôt du charbon en quantités considérables sur ce métal qui n'agit point sur l'oxyde de carbone pur.

» Je ne considérais donc pas, pour mon compte, comme une pensée vaine et qu'on devait rejeter sans examen, cette assertion que des traces de vapeur d'eau pourraient être nécessaires à la combustion du charbon. Je connais les difficultés qu'on rencontre dans toute expérience précise, et je sais aussi qu'il ne faut pas repousser une vue nouvelle, par ce seul motif qu'elle dérange les habitudes de notre esprit.

» L'acide carbonique circulant dans mes appareils étant pur et sec, j'ai porté au rouge-cerise clair la température du tube de porcelaine contenant le charbon. Un courant lent d'acide carbonique étant dirigé au travers du tube, j'ai laissé perdre quelques litres de gaz avant de recueillir celui que je destinais aux analyses. En voici les résultats :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Acide carbonique	0	0	0	2	3	12
Oxyde de carbone	56	124	119	68,5	116	105,8
Gaz non absorbable et inflammable	1	1	1	0,5	1	0,2
	57	125	120	71,0	120	118,0

» Tant que le charbon s'est trouvé en quantité suffisante, l'acide carbonique a donc été complétement décomposé; mais, à la fin de l'expérience, il s'était produit des chemins par lesquels l'acide carbonique pouvait s'écouler sans rencontrer le charbon nécessaire à la formation de l'oxyde de carbone, et il en passait des quantités de plus en plus notables.

» D'un autre côté, des traces d'eau retenues par le charbon, malgré tous les soins apportés dans le chargement du tube, ont donné successivemen 1 centième, $\frac{1}{2}$ centième, $\frac{1}{4}$ de centième d'hydrogène, proportions décroissantes, sans qu'on ait pu arriver à faire disparaître complétement ce gaz. J'avais prévu ce résultat, et toutes les dispositions étaient prises en conséquence. Je savais depuis longtemps qu'on ne parvient à priver le charbon d'hydrogène ou d'eau qu'à l'aide du chlore, à la chaleur rouge.

» Le tube de porcelaine étant rempli de charbon avec les mêmes soins que dans la première expérience, on l'a chauffé au rouge, et l'on a dirigé dans son intérieur un courant de chlore sec pendant toute une journée. Il s'est dégagé des vapeurs abondantes d'acide chlorhydrique, accompagnées de chlorure de silicium, de chlorure de fer et de chlorure de potassium.

» On a balayé l'appareil refroidi, au moyen d'un courant d'acide carbonique sec, et l'on a élevé la température au rouge-cerise clair. Il s'est dégagé pendant quelque temps encore des vapeurs soit d'acide chlorhydrique, soit des chlorures désignés plus haut. Lorsqu'elles ont cessé de paraître, on a recueilli les gaz dont voici l'analyse :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Acide carbonique..........	3	0	2,7	trace.	trace.
Oxyde de carbone.........	78	61	89,0	51,9	67,9
Gaz non absorbable........	1	1	0,3	0,1	0,1
	82	62	92,0	52,0	68,0

» L'expérience répétée dans les mêmes conditions, on a obtenu les résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Acide carbonique....	0,0	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	4,6	9,9
Oxyde de carbone...	94,4	94,5	97,6	96,3	99,9	188,0	95,4	90,1
Gaz non absorbable..	2,8	0,8	0,4	0,2	0,1	traces inappréc.	traces inappréc.	traces inappréc.
	97,2	95,5	95,5	96,5	100,0	188,0	100,0	100,0

» Ces résultats démontrent que, au début de l'opération, il se dégage encore quelques traces d'un gaz non absorbable par la potasse ou par le protochlorure de cuivre. A la fin, ce gaz a disparu. Mais, à mesure que le charbon se brûle, on voit reparaître l'acide carbonique, qui échappe à l'action du charbon.

» Deux points demeurent donc acquis : le premier, c'est que le charbon, absolument dépouillé d'hydrogène et d'eau par l'action du chlore, transforme l'acide carbonique en oxyde de carbone ; le second, c'est que la con-

version de l'acide carbonique en oxyde de carbone est totale, à la température du rouge-cerise clair, quand les circonstances sont favorables, c'est-à-dire quand il y a excès de charbon et que le courant est lent.

» L'acide carbonique exerce-t-il la même action sur le fer? Il n'est pas nécessaire d'expliquer par quelles raisons on a été conduit à poursuivre cette recherche. Le fer et l'acide carbonique se trouvent si souvent en présence à une température élevée qu'on a besoin de savoir avec certitude dans quelles limites ils peuvent réagir l'un sur l'autre pour des conditions déterminées.

» J'ai porté à la même température que dans les expériences précédentes un tube en porcelaine rempli de tournure de fer, et j'y ai fait passer : 1° un courant d'air pour oxyder la surface du métal et pour brûler toutes les poussières ou graisses adhérentes ; 2° un courant d'hydrogène sec pour réduire le métal oxydé ; 3° un courant très-lent d'acide carbonique pur et sec obtenu au moyen de l'appareil décrit plus haut.

» N'ayant pas réalisé de la sorte la décomposition totale de l'acide carbonique, j'ai supposé que les surfaces métalliques étaient insuffisantes, et j'ai repris l'expérience, après avoir rempli au moyen de grosse limaille de fer tous les vides laissés par la tournure. L'ensemble a été soumis de nouveau au rouge vif, à l'action de l'air, à celle de l'hydrogène sec et, en dernier lieu, à celle de l'acide carbonique sec et pur.

» Voici les résultats de ces deux expériences :

Tournure de fer seule.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Acide carbonique.........	36	28	32,5	30,9	35,3
Oxyde de carbone........	48	59	67,0	66,0	62,0
Résidu inabsorbable.......	2	1	0,5	0,1	0,2
	86	88	100,0	97,0	97,5

Tournure et limaille de fer.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Acide carbonique.....	35	38,5	29,5	31,6	35,0	34	42,9
Oxyde de carbone....	88	70,0	78,0	77,0	64,9	99	74,0
Résidu inabsorbable...	perdu	0,5	0,5	0,4	0,1	perdu	0,1
	123	109,0	108,0	109,0	100,0	133	117,0

» Sans rien changer à l'appareil, on a fait passer dans le tube successivement, encore une fois à la chaleur rouge presque blanc, l'air, l'hydro-

gène sec et l'acide carbonique pur et sec; voici les résultats de cette dernière épreuve :

Tournure et limaille de fer.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Acide carbonique.......	20	48	43,0	36,7	20,9	45,0	26,8	42,0
Oxyde de carbone.......	101	85	82,5	89,0	95,0	94,9	83,0	82,9
Gaz non absorbable......	1	1	0,5	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
	122	134	126,0	126,0	116,0	140,0	110,0	125,0

» Il résulte de ces trois séries d'expériences qu'un courant même très-lent d'acide carbonique passant sur le fer à une température voisine du rouge blanc n'est pas converti tout entier en oxyde de carbone. Pour 100 volumes d'acide carbonique employé, il en échappe au moins 30 volumes, et quelquefois près de 50 à la décomposition. En tout cas, la proportion varie d'un essai à l'autre.

» Je n'ai pas pu réduire à des quantités inappréciables, comme c'est le cas pour le charbon, la proportion de gaz inabsorbable. Elle est restée assez constamment égale au $\frac{1}{1000}$ ou au $\frac{1}{1500}$ du volume total du gaz. Je ne m'étais pas préparé à recueillir ce gaz en quantité assez notable pour en faire une analyse, et je laisse à décider plus tard s'il faut y voir de l'azote ou de l'hydrogène condensés par le fer et abandonnés au moment de son oxydation, ou même de l'oxygène provenant de la dissociation de l'acide carbonique. Les premiers résidus m'ont paru combustibles; les derniers m'ont semblé privés de cette propriété et partiellement absorbables par les pyrogallates alcalins. Mais sur des quantités aussi faibles, du volume d'une lentille, il reste toujours quelque incertitude.

» Tandis que l'acide carbonique pur et sec est converti tout entier par le charbon en oxyde de carbone, le fer ne ramène donc point à cet état la totalité de l'acide carbonique à la même température.

» La différence entre l'action du fer et celle du charbon s'explique tout naturellement, si l'on y voit un effet de l'affinité. Elle s'explique aussi quand on y voit une conséquence de la dissociation des composés par la chaleur. En effet, l'acide carbonique, se séparant par la chaleur en oxyde de carbone et oxygène en présence du charbon, trouve dans celui-ci l'élément nécessaire pour convertir l'oxygène en oxyde de carbone. Avec le fer, au contraire, l'oxyde de fer formé tend à reproduire l'acide carbonique, en agissant sur une portion de l'oxyde de carbone, et donne naissance à des mélanges variables des deux gaz. Pour fixer les limites de cette dernière réaction, il aurait fallu maintenir l'acide carbonique à une température fixe, long-

temps en contact avec le fer, et non le diriger sur lui sous forme d'un courant. Mais je n'avais pas en vue une étude qu'il appartient au laboratoire de notre confrère M. Henri Sainte-Claire Deville d'accomplir.

» En résumé, il résulte de ces expériences :

» Qu'au point de vue de la doctrine, on peut enseigner avec certitude :

» 1° Que l'acide carbonique absolument sec, en passant sur le charbon entièrement privé d'hydrogène, se convertit, à la chaleur du rouge-cerise clair, en oxyde de carbone;

» 2° Que, si le charbon est en excès, l'acide carbonique disparaît tout entier, remplacé par de l'oxyde de carbone parfaitement pur;

» Qu'au point de vue des applications, il convient de noter :

» 3° Que le charbon de bois le plus énergiquement chauffé retient de l'hydrogène ou de l'eau qu'il ne perd que sous l'influence prolongée du chlore à la chaleur rouge;

» 4° Que le charbon qui n'a pas subi le traitement par le chlore, étant employé à convertir l'acide carbonique en oxyde de carbone, fournit toujours un gaz accompagné de quelques traces d'hydrogène;

» 5° Qu'un courant lent d'acide carbonique sec est partiellement converti par le fer, chauffé au rouge-cerise clair, en oxyde de carbone, une proportion considérable d'acide carbonique restant toutefois inaltérée ou se trouvant régénérée. »

ASTRONOMIE. — *Lettre de* **M. C. Péters**, *relative à la découverte de deux nouvelles petites planètes;* communiquée par M. Yvon Villarceau.

« Clinton (New-York), 6 août 1872.

» J'ai l'honneur de vous envoyer les observations obtenues jusqu'à aujourd'hui de deux planètes nouvelles, qui ont été trouvées, l'une et l'autre, dans la même nuit du 31 juillet. Je vais les désigner provisoirement par les chiffres (122) et (123).

Observations de la planète (122),

1872.	Ham. Col. tm. moy.	α.	δ.
	h m s	h m s	° ′ ″
Juillet 31.......	15. 9.37	21.48.56,47	−11.41.54,9
Août 1.......	11.32.49	48.22,36	45. 1,8
2.......	12.42. 0	47.39,73	48.47,4
3.......	12. 1.16	46.59,51	52.38,2
4.......	12. 1.18	46.17,64	−11.56.31,0
5.......	11.57. 8	21.45.35,47	−12. 0.21,1

La grandeur est environ 11,5.

Observations de la planète (123).

	h m s	h m s	° ′ ″
Juillet 31.......	14.30. »	21.58.10	—10. 4. »
Août 1.......	12. 8.29	57.30,53	4.55,3
2.......	13.22.13	56.39,73	6.42,3
4.......	11.31. 8	55. 4,91	10.15,5
5.......	12.53.38	21.54.11,34	—10.12.15,0

Grandeur estimée 12,0.

» Le 31 juillet, le clair du jour trop avancé ne permettait plus de faire une mesure exacte de cette planète.

» Toutes les positions données sont sujettes à de petites corrections, avec une meilleure connaissance des positions des étoiles de comparaison. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles études propioniques; par* **MM. Is. Pierre et E. Puchot.** (Extrait.)

« Nous avons montré, il y a plus de six ans déjà, que l'alcool propylique est un produit habituel de la fermentation alcoolique; nous avons constaté sa présence dans les produits de la distillation du cidre aussi bien que dans ceux des fermentations industrielles. Ce n'est pas par grammes, ni même par décagrammes, *c'est par décalitres* que nous avons séparé et purifié cet alcool propylique. Après avoir décrit, dans plusieurs Mémoires successifs, les principaux éthers dérivant de cet alcool, soit par l'oxyde de propyle, soit par l'acide propionique, nous présentons aujourd'hui à l'Académie le résultat d'études plus circonstanciées sur ce dernier acide.

» Nous n'avons pas l'intention d'entrer ici dans une discussion quelconque entre les composés *isopropyliques* ou *propyliques normaux*, pour justifier l'admission de notre acide propionique dans tel ou tel groupe, nous nous bornerons à dire ce que nous avons fait et ce que nous avons vu; chacun pourra conclure à son point de vue.

» Nous avons préparé l'acide propionique de deux manières distinctes, quoique fondées sur le même principe, soit en le faisant passer d'abord par l'état de propionate propylique, soit en acidifiant complétement l'alcool, mais en ayant soin, dans l'un comme dans l'autre cas, de n'employer comme matière première que de l'alcool propylique *pur*.

» 1. Amené, par une série de distillations méthodiques, à son maximum de concentration, l'acide propionique renferme les éléments de 1 équivalent d'eau, dont il ne peut perdre aucune partie par la distillation; il peut être alors représenté par la formule $C^6H^5O^3, HO$.

» 2. A cet état de concentration, il bout régulièrement à 146°,6, sous la pression moyenne de $0^{m},76$.

» 3. Il a pour poids spécifique :

A zéro...........................	1,0143
A 49°,6...........................	0,9607
A 99°,8...........................	0,9062

» 4. Le propionate de baryte, qui a cristallisé vers 20 ou 25 degrés, contient 1 équivalent d'eau de cristallisation, c'est-à-dire qu'il peut être représenté par la formule $C^6H^5O^3$, BaO, HO.

» 5. Le propionate d'argent cristallisé est anhydre et représenté par la formule $C^6H^5O^3$, AgO. »

MÉMOIRES LUS.

HÉTÉROGÉNIE. — *Expériences nouvelles sur les générations spontanées.* Note de M. DONNÉ.

(Commissaires : MM. Daubrée, Pasteur, Blanchard.)

« Tout le monde connaît les différents systèmes d'expériences qui ont été institués pour aborder le problème des générations spontanées. Le plus fameux est celui qui a été consacré par M. Pasteur; il consiste à opérer sur des substances organiques, purgées des germes qu'elles peuvent contenir, et mises à l'abri de ceux qui flottent dans l'air.

» M. Pasteur a bien senti par où ses expériences pouvaient être attaquées, car il m'écrivait, en répondant à la communication que je lui faisais en 1863 :

« Si les partisans de l'hétérogénie avaient eu un peu plus de nez, ils auraient vu que le point faible de mon travail consistait en ce que toutes mes expériences s'appliquaient à des matières cuites. Ils auraient dû réclamer de mes efforts un dispositif d'épreuves permettant de soumettre à un air *pur* des substances naturelles, telles que la vie les élabore, et à cet état où l'on sait bien qu'elles ont des vertus de transformation que l'ébullition détruit. Cette objection, je me la suis faite, et je dois avouer que, dans ma ferme résolution de ne prendre pour guide que l'expérience, je n'eusse pas été satisfait tant que je n'aurais pas trouvé le moyen de réaliser des expériences sur des matières non chauffées préalablement, telles que le sang et l'urine.

» Ce sont précisément des expériences de cette nature, et peut-être encore plus probantes que celles auxquelles je fais allusion, que vous venez de tenter avec un plein succès. Votre idée a été très-ingénieuse. En voyant les œufs rester intacts si longtemps, en présence d'un

air qui a la composition de l'air ordinaire, il est difficile de prétendre que la matière organique peut s'organiser d'elle-même au contact de l'oxygène de façon à produire des êtres nouveaux..... »

» Les expériences dont parle M. Pasteur avaient pour objet les œufs d'oiseau.

» Les œufs en effet réalisent toutes les conditions désirables : la matière qu'ils renferment est naturellement préservée de l'intervention des agents extérieurs, par une enveloppe imperméable aux particules et aux germes répandus dans l'atmosphère. Elle est d'un ordre très-élevé dans l'organisation, car elle contient tous les principes constituants d'animaux haut placés dans l'échelle zoologique. Ces éléments sont tout prêts à entrer dans le mouvement vital, sous l'influence du germe qu'ils possèdent et qu'ils sont propres à nourrir et à développer. Ils vivent presque, c'est presque déjà de la matière vivante.

» En outre, ils ne manquent pas de l'air nécessaire aux fonctions de la vie, ils en contiennent au contraire une portion notable, destinée aux premiers besoins de la respiration du petit. C'est de l'air atmosphérique très-pur et propre à allumer la première étincelle de vie dans l'embryon qui va naître.

» Il y a donc là, réunies, les conditions les plus favorables à une génération spontanée. A la moindre impulsion, au premier mouvement de fermentation, ces éléments ne vont-ils pas donner naissance aux organismes inférieurs qui se produisent, avec une si merveilleuse facilité, dans les matières en décomposition ?

» Eh bien, abandonnés à eux-mêmes jusqu'à la putréfaction, à une température favorable, les œufs se décomposent et pourrissent, sans que la vie se manifeste en eux, par la présence d'animalcules infusoires, ou de végétations microscopiques. Il paraîtrait donc démontré que la matière organique, placée dans les meilleures conditions de vitalité, n'étant ni altérée par la cuisson ni dépourvue d'air pur, mais naturellement à l'abri des germes répandus dans l'atmosphère, est impropre à entrer dans des combinaisons nouvelles, d'où résulteraient des êtres vivants de l'ordre le plus simple, du règne végétal ou du règne animal.

» En y réfléchissant, on voit néanmoins que le problème n'a été abordé jusqu'ici que par un côté peut-être inaccessible. Tous, observateurs des divers partis, nous avons cherché à produire, pour ainsi dire d'emblée, des êtres assurément très-simples quand on les compare aux êtres plus élevés dans l'échelle, mais déjà bien complexes dans l'ordre de la

création : une mousse végétale, un infusoire animal sont des organismes déjà pourvus de parties compliquées, et la création, dans l'idée des naturalistes, a dû commencer par quelque chose de plus simple.

» On incline à croire aujourd'hui que tout est sorti du sein de la mer, quand les eaux étaient encore chaudes. Ces êtres étaient composés uniquement d'albumine, sans aucune enveloppe et sans *aucune trace d'organisation intérieure.*

» S'il en est ainsi, c'est par la reproduction de ces masses informes, gélatineuses, et sans *aucune trace d'organisation intérieure*, qu'il faudrait commencer.

» Essayons donc de nous placer dans des conditions analogues à celles qui existaient à l'origine ; voyons si nous pourrons donner naissance à ces premiers linéaments de l'organisation, à des êtres tellement simples, qu'ils ne sont ni végétaux, ni animaux, ou plutôt qu'ils sont l'un et l'autre, qui vivent sans organes proprement dits, en absorbant par leur surface, et qui se reproduisent par segmentation ?

» Dans ce système, on n'aura plus à se préoccuper de l'intervention des germes extérieurs, car si nous produisons des êtres nouveaux, qui n'existent plus aujourd'hui, des êtres semblables à ceux par lesquels la création a débuté, et dont les anciennes couches géologiques ont seules conservé les empreintes, il est évident qu'on ne pourra pas les attribuer à des germes répandus dans l'air, puisque ces germes ont disparu.

» C'est ce que j'ai tenté dans une nouvelle série d'expériences dont je vais rendre compte à l'Académie.

» Depuis six mois, j'ai des vases remplis d'eau de mer, avec un fond de sable marin ; ces vases, contenant en même temps, les uns de la matière albumineuse de l'œuf, les autres de la fécule, quelques-uns des débris de petits crustacés marins, plusieurs du lait, ont été exposés à une température de 40 à 50 degrés, dans une étuve, ou à la chaleur de l'été à Montpellier.

» Dans tous ces vases, j'ai vu naître (quoique plus difficilement que dans les macérations d'eau douce, probablement à cause de la vertu conservatrice de l'eau salée) les animalcules propres aux infusions des substances organiques, mais jamais rien de nouveau, rien qui rappelât ces premiers vestiges d'organisation décrits sous le nom de *monères,* dont on retrouve les traces dans les couches primitives du sol.

» Il faut donc encore une fois conclure que, dans l'état actuel de nos connaissances, la Science ne peut admettre les *générations spontanées.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie élémentaire des intégrales simples et de leurs périodes.* Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« La théorie des intégrales simples, contenue dans le Mémoire *Sur les périodes des intégrales simples et doubles*, que je présentai à l'Académie en 1853, et qu'elle approuva en 1854 sur le Rapport de MM. Cauchy et Sturm, avait l'avantage de rattacher une question abstraite d'Analyse transcendante à des recherches concrètes de Géométrie supérieure; de ramener l'évaluation d'une intégrale prise entre des limites imaginaires à la quadrature de courbes liées déjà, par les travaux du général Poncelet, à la courbe réelle dont la fonction explicite ou implicite placée sous le signe sommatoire représentait l'ordonnée; de rétablir enfin, entre la Géométrie et l'Analyse, l'harmonie et le concours qui avaient si puissamment aidé aux progrès de l'une et de l'autre dans les deux derniers siècles, et qui venaient d'être rompus par M. Cauchy.

» Mais cette théorie reposait sur des études préalables de Géométrie comparée que les analystes ont eu de la peine à se rendre familières; elle exigeait peut-être une trop grande contention d'esprit, par suite du mélange continuel des considérations d'Analyse abstraite et de Géométrie pure.

» La méthode que je propose aujourd'hui n'aura plus l'avantage que chacune des conclusions obtenues comprenne à la fois un théorème d'Analyse et un théorème de Géométrie; par exemple, ce théorème de l'équivalence des aires des anneaux fermés des conjuguées d'une même courbe, qui constitue, sous une forme même plus intéressante que celle qu'avait pu lui donner le géomètre grec, une extension aux courbes algébriques de tous les ordres du second théorème d'Apollonius, $\pi a'b' \sin\theta = \pi ab$; ce théorème ne sera même plus mentionné. Mais la nouvelle méthode aura l'avantage de pouvoir prendre immédiatement place dans les premiers éléments de Calcul intégral.

» Elle repose sur une formule que j'ai donnée dans mon Mémoire *Sur quelques propriétés générales de l'enveloppe imaginaire des conjuguées d'un lieu plan*, mais que j'établirai ici en dehors de tout système de Géométrie idéale, ou d'interprétation des imaginaires en Géométrie.

» La démonstration que Cauchy avait donnée de ce fait qu'une intégrale

ne varie généralement pas lorsque la suite des valeurs de la variable qui rejoignent les limites, supposées fixes, change infiniment peu, étant fondée sur les principes du calcul des variations, j'ai dû la changer, pour lui en substituer une plus élémentaire.

» 1. Si l'on représente la variable x par $\alpha + \beta\sqrt{-1}$, et la fonction y par $\alpha' + \beta'\sqrt{-1}$, la somme des éléments $y\,dx$ sera définie par une équation entre α et β qui réglera la loi de progression de x, et par les limites α_0 et α_1. Elle sera exprimée par

$$I = \Sigma(\alpha' + \beta'\sqrt{-1})(d\alpha + d\beta\sqrt{-1}) = \Sigma(\alpha' d\alpha - \beta' d\beta) + \sqrt{-1}\,\Sigma(\alpha' d\beta + \beta' d\alpha).$$

» Si l'on conçoit les trois courbes dont les coordonnées seraient $\alpha + \beta$ et $\alpha' + \beta'$, $\alpha - \beta$ et $\alpha' - \beta'$, α et α', et qu'on désigne par S, S' et S_1 les aires des segments de ces courbes, compris entre l'axe des x et leurs ordonnées correspondant aux valeurs extrêmes α_0 et α_1 de α, ces aires seront exprimées par

$$S = \Sigma(\alpha' + \beta')(d\alpha + d\beta) = \Sigma(\alpha' d\alpha + \beta' d\beta) + \Sigma(\alpha' d\beta + \beta' d\alpha),$$
$$S' = \Sigma(\alpha' - \beta')(d\alpha - d\beta) = \Sigma(\alpha' d\alpha + \beta' d\beta) - \Sigma(\alpha' d\beta + \beta' d\alpha),$$
$$S_1 = \Sigma\alpha' d\alpha.$$

» Une combinaison très-simple entre ces quatre équations donne

$$I = 2S_1 - \frac{S + S'}{2} + \frac{S - S'}{2}\sqrt{-1}.$$

» 2. Les équations des trois courbes dont la considération a été introduite résulteraient d'éliminations très-faciles à indiquer, mais on pourra aussi les construire par points; quant à leurs aires, elles pourront toujours être évaluées avec tel degré d'approximation que l'on voudra, par excès et par défaut, par des méthodes connues.

» 3. Si l'équation qui définit y a ses coefficients réels, elle admettra les solutions $(\alpha - \beta\sqrt{-1},\ \alpha' - \beta'\sqrt{-1})$ correspondant aux solutions $(\alpha + \beta\sqrt{-1},\ \alpha' + \beta'\sqrt{-1})$ et l'on pourra considérer, entre les mêmes limites α_0 et α_1, la somme I' des éléments $(\alpha' - \beta'\sqrt{-1})(d\alpha - d\beta\sqrt{-1})$. Cette nouvelle intégrale s'exprimera au moyen des mêmes aires S, S' et S_1 par la formule

$$I' = 2S_1 - \frac{S + S'}{2} - \frac{S - S'}{2}\sqrt{-1}.$$

» 4. Pour démontrer que, les limites restant les mêmes, l'intégrale ne

changera généralement pas si la loi de progression de x change infiniment peu, il suffit d'établir qu'au lieu de faire varier à la fois α et β, on peut les faire varier successivement dans l'ordre que l'on veut, car on pourra alors reporter chaque $d\alpha$ sur le dx précédent, et recommencer, de manière à changer la loi de progression. Or cette proposition se traduit par les égalités

$$\begin{aligned} F(x)(d\alpha + d\beta\sqrt{-1}) &= F(x)d\alpha + F(x + d\alpha)d\beta\sqrt{-1} \\ &= F(x)d\beta\sqrt{-1} + F(x + d\beta\sqrt{-1})\,d\alpha, \end{aligned}$$

égalités évidemment justes, autant, du moins, que $F(x)$ ni ses dérivées ne sont amenées à devenir infinies.

» 5. Ainsi l'on peut déformer la relation donnée entre α et β, pourvu que, dans aucun de ses états intermédiaires, elle n'admette pas de solution à laquelle corresponde une valeur infinie ou multiple de y.

» 6. Quand les limites de l'intégrale se confondent, tant par rapport à x que par rapport à y, l'intégrale est ordinairement nulle. Dans le cas contraire, sa valeur particulière, indépendante, dans de certaines limites, de la loi de progression suivie par x, est une période de l'intégrale indéfinie.

» 7. Quand l'équation qui définit la fonction a ses coefficients réels, les périodes de la quadratrice sont évidemment conjuguées deux à deux; ou, ce qui revient au même, elles sont les unes réelles et les autres imaginaires sans parties réelles.

» 8. Les périodes réelles correspondent aux suites fermées, s'il y en a, de solutions réelles de l'équation proposée. Elles correspondent aussi, chacune, à une infinité de suites de solutions imaginaires suffisamment voisines des précédentes.

» 9. Les périodes imaginaires correspondent aux suites composées de solutions imaginaires conjuguées deux à deux, se rejoignant par deux solutions extrêmes réelles.

» 10. Il n'y a pas d'autres périodes.

» 11. Les périodes réelles étant les aires des anneaux fermés de la courbe représentée par l'équation qui définit y, on saura toujours les obtenir par une méthode quelconque de quadrature approchée.

» 12. Quant aux périodes imaginaires, elles correspondent à des parcours tels que les courbes S et S' se rejoignent. Leur expression générale est

$$I - I' = (S - S')\sqrt{-1};$$

on les obtiendra, par les mêmes méthodes de quadrature approchée, en

construisant, pour chacune d'elles, une des courbes, composée des deux parties S et S', auxquelles elle correspondrait; ou bien on carrera analytiquement cette courbe après en avoir obtenu l'équation.

» 13. Dans la pratique, il y aura avantage à former une de ces dernières courbes des points correspondant aux solutions imaginaires, conjuguées deux à deux, communes à l'équation qui définit y et à l'équation d'une droite, dans laquelle on ferait varier le paramètre linéaire entre deux limites auxquelles correspondraient deux solutions réelles doubles, qui détermineront, du reste, les points de jonction des branches S et S'. Le produit par $\sqrt{-1}$ de l'aire d'une des courbes obtenues sera l'une des périodes imaginaires de l'intégrale.

» 14. Application à l'hyperbole entre ses asymptotes.

» 15. Le cas où l'équation qui définit y a ses coefficients imaginaires se ramène au précédent. Les analogues des périodes réelles correspondent aux suites fermées de solutions pour lesquelles $\frac{dy}{dx}$ reste réel; et les analogues des périodes imaginaires, aux suites fermées de solutions communes à l'équation qui définit y et à celle d'une droite dont on fait varier le paramètre linéaire entre des valeurs limites auxquelles correspondent des solutions doubles.

» 16. Application à l'exemple

$$y^2 + x^2 = (r + r'\sqrt{-1})^2. »$$

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution physique du Soleil.* Mémoire de **M. E. Vicaire.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans de précédentes Communications (1), j'ai montré que la température de la surface solaire est du même ordre de grandeur que celle de nos flammes. Dans le présent travail, je recherche ce qui se passe sous cette première enveloppe.

» Je me propose de démontrer qu'il faut revenir à la théorie de Wilson, d'Herschel et d'Arago, d'après laquelle il existe, sous la photosphère, un noyau relativement froid et obscur; les faits actuellement connus prouvent, en outre, que ce noyau est liquide, du moins en grande partie.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 31 et 461.

» En premier lieu, je dis que les couches situées immédiatement sous la photosphère sont moins chaudes qu'elle.

» Les taches ne sont pas dues à un corps qui intercepterait les rayons des parties correspondantes de la photosphère. Je ne reviens pas sur les nuages de Galilée et de M. Kirchhoff; mais le P. Secchi a supposé récemment que les taches proviendraient d'une absorption exercée, par les gaz qui en remplissent la cavité, sur les rayons qu'émettent les parois de cette cavité. Or les taches sont certainement des siéges d'éruptions. Ces gaz proviennent donc de l'intérieur, supposé plus chaud que la photosphère, et, par conséquent, ils ne peuvent que renforcer les rayons de celle-ci. Si l'on supposait néanmoins qu'ils descendissent de l'atmosphère extérieure, on retomberait dans la théorie de MM. Stewart et Lockyer, réfutée par M. Faye.

» L'hypothèse du P. Secchi ne permet de comprendre ni la netteté des contours du noyau et de la pénombre, ni ce fait que la pénombre a généralement son maximum de clarté dans le voisinage du noyau. L'éclat, soit absolu, soit relatif, des diverses parties, devrait varier beaucoup, dans le cours d'une rotation solaire, avec l'obliquité des rayons. Un écran ne peut intercepter les rayons que par absorption ou par réflexion. Ce dernier mode d'action ne paraît guère compatible avec l'état gazeux et présenterait des difficultés analogues à celles que je viens d'indiquer. Donc les taches ne sont pas dues à un écran quelconque; leurs parois sont moins lumineuses par elles-mêmes que le reste de la surface.

» L'apparence granulée de la photosphère et les facules nous prouvent que cette obscurité relative règne sous la photosphère dans toute l'étendue de la surface solaire. Cette obscurité relative peut être due à un moindre pouvoir émissif ou à une moindre température.

» Dans la première hypothèse, si, en même temps, on fait abstraction du pouvoir réflecteur de la masse intérieure, la faiblesse du pouvoir émissif sera compensée exactement par celle du pouvoir absorbant, qui laissera arriver à l'œil les rayons émis par les parties opposées de la photosphère, et même, si la masse intérieure est supposée plus chaude, elle renforcera ces derniers. Si le pouvoir réflecteur n'est pas négligeable, la masse intérieure devra nous renvoyer les rayons des parties antérieures de la photosphère, ce qui ferait disparaître les interstices des granulations et les petites taches sans pénombre. Dans les grandes taches, l'aspect du noyau devrait varier beaucoup avec l'obliquité des rayons. Donc l'obscurité de la seconde couche est due à une température relativement basse.

» De là suit que le rayonnement de la photosphère ne peut pas être entretenu par la chaleur sensible de la masse intérieure. En effet, celle-ci ne transmet pas de chaleur à la photosphère par contact, puisqu'elle en est séparée par une couche moins chaude qu'elle. Elle n'en transmet pas par rayonnement, puisque le fond des taches, où elle se montre à nous, rayonne moins que la photosphère. Donc la masse intérieure reçoit de la photosphère plus de chaleur qu'elle ne lui en cède.

» Le rayonnement extérieur du Soleil est parfaitement constant, au moins depuis les temps historiques; cela est prouvé par la constance des climats terrestres. Or, de faibles variations *absolues* de température produisent de très-grandes variations *relatives* dans le rayonnement. Donc la température elle-même est restée bien plus constante encore; elle n'a certainement diminué ni de 100, ni de 50 degrés, depuis les temps historiques. Cette constance serait inexplicable si la chaleur dépensée était empruntée à la masse intérieure, où elle existerait à l'état sensible.

» L'énorme quantité de chaleur qu'il faudrait, dans cette hypothèse, supposer emmagasinée dans le Soleil, ne peut pas s'expliquer par la contraction de la nébuleuse qui, d'après les idées aujourd'hui reçues, a engendré le système solaire. La nébuleuse qui abandonnait successivement à son équateur les divers anneaux planétaires, avec la régularité que nous admirons, ne pouvait pas être formée d'éléments incohérents, se précipitant les uns sur les autres, mais d'éléments coordonnés, formant une masse stable, dans laquelle la tension, la pesanteur et la force centrifuge se faisaient équilibre en chaque point. Une pareille masse n'a pu se contracter qu'en perdant de la chaleur, ainsi que Laplace l'admet très-explicitement.

» Puisqu'on ne peut pas compter sur la chaleur sensible de la masse intérieure pour alimenter le rayonnement, il n'y a plus aucun motif de supposer cette masse très-chaude; il est naturel de penser qu'elle n'est pas plus chaude que la couche qui vient immédiatement au-dessous de la photosphère. Dès lors, et en raison de l'énorme pression qu'elle supporte, il est probable qu'elle est solide ou liquide.

» Le P. Secchi et M. Faye ont vu dans le mouvement des taches une preuve de l'état gazeux de cette masse.

» Les théories proposées par ces deux éminents astronomes, pour expliquer ces mouvements, exigent que les couches inférieures à la photosphère se meuvent, non-seulement avec des vitesses angulaires, mais avec des vitesses linéaires qui aillent en croissant, au moins jusqu'à une certaine profondeur. M. Faye explique cette différence de vitesse par l'échange de

matière qui se fait entre les couches successives. Mais si les matières photosphériques, en descendant dans les couches inférieures, peuvent conserver, au moins partiellement, leur vitesse, et, par conséquent, prendre des vitesses angulaires croissantes, la vitesse linéaire ne saurait aller en augmentant.

» Le P. Secchi se fonde principalement sur l'effet de la loi des aires, dans un corps qui se refroidit. Mais les couches extérieures, se refroidissant les premières, devraient aussi s'accélérer les premières. En outre, cette action pourrait-elle compenser l'action continue du frottement, alors que le refroidissement n'a pas même pu être constaté?

» Enfin ces théories, si je les comprends bien, expliquent plutôt un mouvement des taches par rapport à la photosphère qu'un mouvement relatif des taches entre elles.

» La grandeur absolue des mouvements des taches n'est pas une preuve de l'état gazeux. Avec un noyau liquide, rien ne s'oppose à ce qu'il y ait à la surface de ce noyau des courants ayant des vitesses comme celles que possèdent les taches. Ces vitesses peuvent surtout se concevoir aisément dans des corps qui flotteraient à la surface du noyau.

» Au contraire, il paraît difficile de comprendre que des masses gazeuses puissent se mouvoir, au sein d'une masse gazeuse elle-même, et cela pendant des mois entiers; de même on comprend difficilement que de simples défauts d'homogénéité puissent subsister aussi longtemps, surtout dans une masse violemment agitée.

» Le P. Secchi, confirmant et généralisant une observation de M. Faye sur le mouvement de la première tache d'un groupe, a fait remarquer que toute nouvelle explosion, dans une tache, est accompagnée d'un saut en avant. Il y a donc dans les taches elles-mêmes une cause de mouvement, et puisque tout renforcement de l'action que produit la tache amène un accroissement dans le mouvement, ne sommes-nous pas autorisés à penser que la partie permanente de cette action est aussi la cause du mouvement normal de la tache?

» Cet aperçu se trouve confirmé par le fait que la vitesse de rotation varie soit dans le temps, soit dans l'espace, avec le nombre des taches, et pour la variation dans l'espace, c'est-à-dire suivant la latitude héliocentrique, il y a un parallélisme très-net entre les deux phénomènes.

» Les mouvements des taches ne sont donc pas liés nécessairement à des mouvements généraux des diverses couches de la masse solaire.

» L'existence d'un noyau non gazeux est indiquée très-nettement par

la force explosive prodigieuse dont le Soleil est le siége, force qui ne peut s'expliquer que par un changement d'état. Les détonations de corps gazeux sont relativement insignifiantes : un mélange d'hydrogène et d'oxygène produit à peine une pression de dix atmosphères, tandis que la poudre en donne plusieurs milliers. Cette force expansive serait surtout inexplicable avec une masse formée de gaz dissociés.

» La principale objection qu'on a faite à l'hypothèse d'un noyau relativement froid, c'est que ce noyau, soumis au rayonnement de la photosphère, aurait dû depuis longtemps en acquérir la température.

» Cette objection tombe si la chaleur reçue par ce noyau est employée à vaporiser le liquide dont il est formé. En outre, cette chaleur peut et doit n'être qu'une fraction minime de celle que la photosphère émet, celle-ci étant absorbée par la couche interposée, qui la ramène incessamment dans la photosphère.

» En ce qui concerne le temps depuis lequel le noyau est soumis à cette volatilisation, rien ne prouve qu'il faille le mesurer par la durée totale des âges de la Terre. Je pense au contraire, ainsi que je l'exposerai dans un autre travail, que le Soleil n'a éclairé, avec sa constitution et son mode de fonctionnement actuels, que les périodes géologiques les plus récentes. »

M. Brachet adresse une Note relative à quelques perfectionnements à apporter au microscope.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Lanale adresse une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. Clarke adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Rousset adresse une nouvelle Note concernant diverses questions de Médecine.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Andral, Nélaton, Bouillaud.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, conformément à la demande qu'elle lui en a faite, sur les reliquats dispo-

nibles des fonds Montyon, diverses sommes, pour en faire l'emploi indiqué par elle.

Cette pièce sera transmise à la Commission administrative.

M. Dumas, en sa qualité de Président de la Commission instituée par l'Académie pour lui faire un Rapport sur la nouvelle maladie qui menace nos vignobles, ayant fait connaître à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce les résolutions de cette Commission, approuvées par l'Académie, en a reçu la réponse suivante :

« Monsieur le Secrétaire perpétuel, vous m'avez informé que l'Académie des Sciences, sur la proposition que lui en a faite la Commission du *Phylloxera*, a décidé de déléguer trois savants pour se livrer sur place aux expériences nécessaires et suivre sur les lieux mêmes toutes les études que comporte la question, au triple point de vue de la Zoologie, de la Botanique et des Sciences physiques.

» C'est avec la plus vive satisfaction que mon administration voit le corps savant le plus éminent de France prendre en mains la direction des recherches et expériences qui intéressent à un si haut point la richesse nationale, et donner à l'une des plus importantes branches de l'Agriculture française le concours de son autorité et de ses lumières. Je suis heureux de pouvoir répondre à la demande de l'Académie, et je mets à sa disposition, sur l'exercice de 1872, le crédit qu'elle juge indispensable à la marche de ses travaux.

» Je vous prierai d'exprimer à l'Académie, au nom du Gouvernement, tous mes remercîments et toute ma gratitude pour le concours empressé qu'elle veut bien prêter à mon administration, dans la recherche des moyens propres à circonscrire ou à éteindre le fléau qui compromet si gravement la production viticole. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures de M. *Resal*, intitulées : « Considérations philosophiques sur la chaleur ; détermination du travail mécanique nécessaire pour produire le tréfilage du fil de fer (Extrait des Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs, 1870) », et « Sur les volants des machines à vapeur à détente et à condensation (Extrait des Annales des Mines, 1872, 7e série, t. I) ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation sphérique des surfaces.* Note de **M. A. Ribaucour**; présentée par M. Bonnet.

« M. Cayley, dans la séance du 15 juillet 1872, a donné à l'Académie la condition pour qu'une famille de surfaces appartienne à un système triplement orthogonal. On peut, à l'aide des coordonnées imaginaires souvent employées par M. O. Bonnet, trouver cette condition sous une forme simple, que j'ai communiquée à la Société Philomathique en mai 1870. Je me propose de l'établir dans cette Note, parmi quelques résultats relatifs à la représentation sphérique des surfaces.

» Soient A un point d'une surface (A), B son image sur une sphère de rayon 1. Considérons sur cette sphère un réseau isométrique orthogonal tangent en B aux droites BX et BY, pour lequel

$$ds^2 = \lambda^2(du^2 + dv^2).$$

» Désignons par p la distance du centre O de la sphère au plan tangent en A, par ξ et η les distances aux droites BX, BY du point où la normale en A rencontre le plan tangent en B, et par l la distance d'un point M de la normale en A au plan mené par O parallèlement au plan tangent en B. On a

$$\xi = \frac{1}{\lambda}\frac{dp}{du}, \quad \eta = \frac{1}{\lambda}\frac{dp}{dv}.$$

» Lorsqu'on donne aux paramètres des accroissements du et dv, on passe du point A au point A' sur (A). Appelons θ l'angle que le plan tangent en M à la normalie déterminée par A et A' fait avec le plan passant par BX et le point O. Mes formules générales donnent

$$\operatorname{tang}\theta = \frac{du\left(\frac{d\eta}{du} - \frac{d\lambda}{\lambda\, dv}\xi\right) + dv\left(\frac{d\eta}{dv} + \lambda l + \frac{d\lambda}{\lambda\, du}\xi\right)}{du\left(\frac{d\xi}{du} + \lambda l + \frac{d\lambda}{\lambda\, dv}\eta\right) + dv\left(\frac{d\xi}{dv} - \frac{d\lambda}{\lambda\, du}\eta\right)}.$$

» En introduisant les coordonnées symétriques imaginaires x et y, et posant

$$a = \frac{dp}{\lambda^2 dx}, \quad b = \frac{dp}{\lambda^2 dy}, \quad c = \frac{1}{\lambda^2}\frac{d^2p}{dx\, dy},$$

l'équation de la normalie prend la forme remarquable

$$e^{-2i\theta} = \frac{dx\frac{da}{dx} + dy\left(c + \frac{l}{2}\right)}{dx\left(c + \frac{l}{2}\right) + dy\frac{db}{dy}}.$$

Le ds^2 de (A), exprimé à l'aide de ces mêmes quantités, devient

$$\frac{dS^2}{4\lambda^2} = \left(\frac{p}{2} + c\right)\left[\frac{da}{dx}dx^2 + \left(\frac{p}{2} + c\right)dx\,dy + \frac{db}{dy}dy^2\right] + \frac{da}{dx}\frac{db}{dy}dx\,dy.$$

Indiquons quelques applications de ces formules.

» Si l'on suit une ligne de courbure de (A), l'angle θ doit être indépendant de l; donc

$$e^{-2i\theta} = \frac{dy}{dx} = \frac{dx\frac{da}{dx}}{dy\frac{db}{dy}} = \pm\sqrt{\frac{\frac{da}{dx}}{\frac{db}{dy}}}.$$

» En déformant d'une façon quelconque la sphère (B), et désignant par Z la distance de B à un plan fixe, on sait que l'équation des lignes de courbure de la surface déformée est

$$\frac{dy}{dx} = \pm\sqrt{\frac{\frac{d}{dx}\left(\frac{dZ}{\lambda^2 dx}\right)}{\frac{d}{dy}\left(\frac{dZ}{\lambda^2 dy}\right)}},$$

que l'on rend identique à celle des lignes de courbure de (A) en remplaçant Z par p. Il en résulte qu'on peut faire correspondre à une surface applicable sur la sphère une autre surface, les lignes de courbure se correspondant, le Z de l'une étant le p de l'autre. On trouve un résultat analogue si, au lieu de la distance à un plan fixe, on considère la distance de B à un point fixe.

» Cherchons les rayons de courbure de (A) : aux centres de courbure, θ est indépendant de dx et dy; donc

$$\frac{\frac{da}{dx}}{c + \frac{l}{2}} = \frac{c + \frac{l}{2}}{\frac{db}{dy}}.$$

Désignant par R l'un des rayons de courbure,

$$R^2 - 2R(2c + p) + (2c + p)^2 - 4\frac{da}{dx}\frac{db}{dy} = 0.$$

» Pour exprimer que deux directions sont conjuguées, on trouve

$$\frac{da}{dx}dx\,dx' + \left(c + \frac{p}{2}\right)(dx\,dy' + dy\,dx') + \frac{db}{dy}dy\,dy' = 0.$$

» En écrivant, soit que la somme algébrique des rayons de courbure

principaux est nulle, soit que les asymptotiques sont rectangulaires, on a pour l'équation des surfaces à étendue minima

$$p + \frac{2}{\lambda^2}\frac{d^2p}{dx\,dy} = 0,$$

dont l'intégrale générale est

$$p = X' + 2X\frac{d\lambda}{\lambda\,dx} + Y' + 2Y\frac{d\lambda}{\lambda\,dy},$$

X et Y désignant deux fonctions arbitraires, l'une de x, l'autre de y, et X′, Y′ leurs dérivées. Le ds^2 de ces surfaces devient

$$ds^2 = 4\lambda^2\frac{da}{dx}\frac{db}{dy}dx\,dy.$$

» On en conclut que *les images sphériques des lignes de longueur nulle d'une surface à étendue minima sont les génératrices de la sphère;* ou encore, *l'image sphérique de tout réseau isométrique tracé sur une surface à étendue minima est un réseau isométrique.* Théorème dû à M. O. Bonnet.

» Cherchons enfin la condition pour que l'équation

$$p = f(x, y, z)$$

représente une famille de surfaces faisant partie d'un système triplement orthogonal. Soient deux surfaces infiniment voisines (A) et (A′) correspondant aux valeurs z et $z + dz$; A et A′ les deux points où les rencontrent les trajectoires des surfaces AT; A′T′ les tangentes aux lignes de courbure de même système passant en A et A′. D'après la remarque de M. Lévy, il faut exprimer que ces deux droites se rencontrent. On y parvient très-simplement, en écrivant que, *le long de la trajectoire* AA′, *la variation de l'angle de* AT *avec le plan osculateur en* A *est égale à l'angle des plans osculateurs en* A *et en* A′.

» Soit B′ l'image sphérique de A′, le plan OBB′ est parallèle au plan osculateur en A à la trajectoire, et l'angle des deux plans osculateurs en A et A′ mesure la courbure géodésique de BB′; désignons-le par $d\gamma$.

» Soient β l'angle de BB′ avec BX, θ l'angle de AT avec BX, $\beta - \theta$ est l'angle de AT avec le plan osculateur en A de la trajectoire. Il faut écrire

$$d\beta - d\theta = d\gamma.$$

dx et dy étant les accroissements des paramètres correspondant à dz lorsqu'on passe de A en A′, d'après un théorème de M. Liouville,

$$d\gamma = d\beta - i\left(\frac{d\lambda}{\lambda\,dx}dx - \frac{d\lambda}{\lambda\,dy}dy\right);$$

la condition devient donc

$$d\theta = i\left(\frac{d\lambda}{\lambda dx}dx - \frac{d\lambda}{\lambda dy}dy\right)$$

et la formule

$$e^{-2i\theta} = \pm\sqrt{\frac{\frac{da}{dx}}{\frac{db}{dy}}}$$

permet de l'écrire sous sa forme définitive

$$dx\frac{d}{dx}l\left(\frac{\frac{db}{dy}}{\lambda^4\frac{da}{dx}}\right) - dy\frac{d}{dy}l\left(\frac{\frac{da}{dx}}{\lambda^4\frac{db}{dy}}\right) + dz\left(\frac{d}{dz}l\frac{db}{dy} - \frac{d}{dz}l\frac{da}{dx}\right) = 0.$$

» Pour exprimer dx et dy en fonction de dz, il faut écrire que les projections de AA′ sur BX et BY sont nulles; mes formules donnent immédiatement

$$dx\left(\frac{p}{2}+c\right) + dy\frac{db}{dy} + dz\frac{db}{dz} = 0,$$

$$dx\frac{da}{dx} + dy\left(\frac{p}{2}+c\right) + dz\frac{da}{dz} = 0.$$

Éliminant dx, dy, dz, on obtient l'équation

$$\begin{vmatrix} \frac{d}{dx}l\left(\frac{\frac{db}{dy}}{\lambda^4\frac{da}{dx}}\right), & \frac{d}{dy}l\left(\frac{\frac{db}{dy}}{\lambda^4\frac{da}{dx}}\right), & \frac{d}{dz}l\left(\frac{\frac{db}{dy}}{\frac{da}{dx}}\right) \\ \frac{p}{2}+c, & \frac{db}{dy}, & \frac{db}{dz} \\ \frac{da}{dx}, & \frac{q}{2}+c, & \frac{da}{dz} \end{vmatrix} = 0,$$

qui définit le système triplement orthogonal.

» Cette formule est identiquement vérifiée si la famille des surfaces ne comprend que des sphères. Il est facile de voir en effet que toute famille de sphères peut être considérée d'une infinité de manières comme faisant partie d'un système triple orthogonal.

» Le cas où toutes les surfaces de la famille sont à étendue minima se traite avec une grande simplicité à l'aide de la formule que je viens d'établir. Je me réserve de revenir ultérieurement sur ce sujet. »

MÉCANIQUE. — *Lettre de* **M. DE GASPARIS** *sur un nouveau théorème de Mécanique*, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« J'ai lu dans les *Comptes rendus* le nouveau théorème de Mécanique que vous venez de découvrir. A ce propos, croyez-vous que ce soit le cas de rappeler les recherches que j'ai faites sur ce même argument? Je vous envoie mon Mémoire, imprimé dans les *Atti dell' Accad. delle Scienze di Napoli*, en septembre 1865.

» Vos résultats sont plus généraux, étant pour un nombre quelconque de corps, la force d'attraction, une fonction de la distance, et les forces extérieures comprises aussi; mais, pour le problème des trois corps et l'attraction newtonienne, il me semble avoir obtenu un résultat analogue. »

CHIMIE. — *Sur l'ozone et l'eau oxygénée*. Note de **M. F. LE BLANC**.

« Dans la dernière séance de l'Académie des Sciences, MM. A. et P. Thenard ont communiqué de nouvelles recherches sur l'ozone, son titrage et l'action continuatrice exercée sur la dissolution d'indigo. Les auteurs croient pouvoir attribuer cette action à une formation successive d'eau oxygénée.

» Qu'il me soit permis de rappeler à cette occasion quelques expériences que j'ai faites en 1854 (1) sur la production de l'ozone par l'électrolyse de l'eau, *opérée dans des conditions particulières*.

» L'eau, rendue assez fortement acide par l'acide sulfurique pur, était contenue dans un voltamètre maintenu dans un mélange réfrigérant à une température de — 10 degrés, et soumise à l'électrolyse dans ces conditions. L'oxygène, recueilli au pôle positif, était fortement *ozonisé*. Son volume était *notablement inférieur à la moitié du volume de l'hydrogène*, recueilli dans le même temps, au pôle négatif.

» L'examen du liquide du voltamètre indiquait d'une manière nette les réactions de l'eau oxygénée. En effet, il dégageait de l'oxygène à froid, sous l'influence du peroxyde de manganèse, changeait le protoxyde de plomb hydraté en oxyde puce et le sulfure de plomb en sulfate, transformait l'acide chromique en acide perchromique, etc.

» J'avais pensé que la réaction de l'oxygène *ozoné* sur l'eau avait pour conséquence la formation de l'eau oxygénée.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 444; 1854.

» Ces faits viennent donc à l'appui des intéressantes expériences de MM. Thenard, et j'ai cru qu'ils pouvaient être utilement rappelés dans cette circonstance, sans donner à cette Note le caractère d'une réclamation de priorité. »

CHIMIE. — *Emploi industriel de l'ozone en Amérique; destruction du goût empyreumatique du whisky; fabrication du vinaigre.* Note de **M. Widemann**. (Extrait.)

« En décembre 1869, j'ai monté à Boston une usine où j'ai entrepris d'employer l'ozone pour enlever au whisky, fabriqué soit avec de l'orge, soit avec le maïs, son goût empyreumatique (fusel oil). Les résultats ont été surprenants : l'huile volatile a disparu après un simple contact avec l'ozone, et, au bout de vingt minutes, il était, au dire des experts, égal à du whisky de dix années. L'usine a commencé à fonctionner en grand le 10 juillet 1870; cet établissement traite 300 barils de 40 gallons par six jours de travail.

» En ajoutant de l'eau au whisky de maïs, et en le traitant de la même façon et presque dans le même temps, j'ai obtenu la transformation complète en vinaigre; le meilleur résultat a été obtenu en ajoutant au whisky, marquant le degré de vente aux États-Unis, sept fois son poids d'eau. Le 20 avril 1871, l'usine de White-Plains a commencé à fabriquer le vinaigre par ce moyen et a produit, par jour, 30 barils de vinaigre employé immédiatement à la fabrication des « pickles ». Lorsque j'ai quitté New-York, en janvier 1872, la fabrique était en pleine prospérité; la production s'était élevée à 90 barils de 40 gallons par jour. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions. Acides bibasiques;* par **M. Berthelot**.

« 1. Les réactions que les sulfates et les oxalates alcalins dissous éprouvent de la part des acides azotique et chlorhydrique sont des plus remarquables; en effet, les deux actions réciproques donnent également lieu à un phénomène thermique notable, contrairement à ce qui arrive dans les cas examinés précédemment.

» 2. Soient d'abord les *sulfates*, en présence des acides azotique ou chlorhydrique :

$\begin{cases} SO^4K(1^{éq}=2^l) + AzO^6H(1^{éq}=2^l): -1,78 \\ AzO^6K \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,19 \end{cases}$	$\begin{cases} SO^4K(1^{éq}=2^l) + HCl(1^{éq}=2^l): -1,92 \\ KCl \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,37 \end{cases}$
$N - N_1 = 1,97$. Trouvé directement : 1,88	$N - N_1 = 2,29$. Trouvé : 2,12.
$\begin{cases} SO^4Na(1^{éq}=2^l) + AzO^6H(1^{éq}=2^l): -1,99 \\ AzO^6Na \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,20 \end{cases}$	$\begin{cases} SO^4Na(1^{éq}=2^l) + HCl(1^{éq}=2^l): -1,83 \\ NaCl \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,29 \end{cases}$
$N - N_1 = 2,19$. Trouvé : 2,15.	$N - N_1 = 2,12$. Trouvé : 2,18.
$\begin{cases} SO^4Am(1^{éq}=2^l) + AzO^6H(1^{éq}=2^l): -1,76 \\ AzO^6Am \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,30 \end{cases}$	$\begin{cases} SO^4Am(1^{éq}=2^l) + HCl(1^{éq}=2^l): -1,66 \\ AmCl \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,39 \end{cases}$
$N - N_1 = 2,06$. Trouvé : 2,12.	$N - N_1 = 2,04$. Trouvé : 2,00.

» Ces nombres concordent avec les anciennes mesures de Graham et avec les expériences détaillées de M. Thomsen, qui en a conclu l'existence d'un certain partage de la base entre les deux acides : la conclusion me paraît fondée. Mais M. Thomsen n'a ni trouvé, ni même recherché la cause véritable de ce partage, parce qu'il n'a pas tenu compte du rôle de l'eau et de la formation des bisulfates (1), laquelle me semble le pivot des phénomènes. Il a été ainsi conduit à exprimer les effets observés par un certain coefficient, désigné par lui sous le nom d'*avidité*, et qui représenterait le rapport d'affinité des acides pris deux à deux pour une même base. Ce coefficient me paraît superflu : la constance de sa valeur numérique est formellement contredite par la réaction des acétates sur divers acides (sulfurique, oxalique, tartrique), comparée avec la réaction des chlorures et des azotates sur les mêmes acides. Je me propose d'établir que les effets observés peuvent être prévus et calculés numériquement à l'aide des seules données thermiques, c'est-à-dire prévus d'après les quantités de chaleur mises en jeu dans la réaction des corps anhydres, et calculés d'après l'état réel du bisulfate dans les liqueurs.

» 3. Examinons d'abord ce qui se passe en l'absence de l'eau, conformément à la marche adoptée par les bisulfates (*voir* ce Recueil, p. 263).

» Versons de l'acide sulfurique sur l'azotate de potasse à équivalents égaux : l'acide azotique est aussitôt mis en liberté, avec un dégagement de chaleur accusé par le thermomètre. Réciproquement l'acide azotique concentré attaque le sulfate de potasse, à équivalents égaux, avec dégagement de chaleur. Ces deux réactions opposées ne sauraient donner lieu toutes deux à un déplacement intégral et exothermique de l'un des acides par l'autre : elles ne s'expliquent que par la formation d'un composé intermédiaire : le bisulfate de potasse. Cette formation est en effet exothermique,

(1) M. Marignac a bien vu la possibilité de cette formation.

quel que soit le point de départ :

$$\left\{\begin{array}{ll} 2SO^4H + 2AzO^6K = S^2O^8KH + AzO^6K + AzO^6H \text{ dégage.....} & +5,9 \\ 2SO^4K + 2AzO^6H = S^2O^8KH + AzO^6K + AzO^6H \text{ dégage.....} & +10,1; \end{array}\right.$$

tandis que le déplacement réciproque :

$$\left\{\begin{array}{ll} 2SO^4H + 2AzO^6K = 2SO^4K + 2AzO^6H \text{ absorberait..........} & -4,2 \\ 2SO^4K + 2AzO^6H = 2AzO^6K + 2SO^4H \text{ dégagerait..........} & +4,2 \end{array}\right.$$

» Mêmes résultats pour les sels de soude, avec des valeurs numériques très-peu différentes (+ 6,7 et + 10,5 d'une part; — 3,6 et + 3,6 de l'autre).

» Il résulte encore de ces chiffres qu'un excès d'acide sulfurique est nécessaire et suffisant pour déplacer l'acide azotique

$$2SO^4H + AzO^6K = S^2O^8KH + AzO^6H \ldots\ldots \quad +5,9$$

tandis qu'un excès d'acide azotique ne peut dépasser la formation du bisulfate. Ces faits, bien connus des fabricants d'acides, s'expliquent donc par la valeur thermique des réactions.

» Les réactions inverses de l'acide sulfurique sur les chlorures et de l'acide chlorhydrique sur les sulfates alcalins s'expliquent de même, à la condition de rendre par le calcul l'état physique des deux acides comparable en envisageant l'acide chlorhydrique comme liquéfié.

» 4. Passons aux effets observés dans les dissolutions : ils s'expliquent et se calculent en admettant que les réactions sont les mêmes en principe, et en tenant compte de la décomposition progressive que le bisulfate éprouve en présence de l'eau. Nous allons établir ce résultat en faisant varier les proportions relatives des composants du système : eau, acide sulfurique et sulfates, acide azotique et azotate, conformément à la méthode générale employée dans mes recherches sur les éthers, sur les alcoolates alcalins, sur les acides faibles, etc. Faisons d'abord varier l'eau.

$SO^4K(1^{éq}=1^l) + AzO^6H(1^{éq}=1^l)$: $-1,81$	$SO^4K(1^{éq}=1^l) + HCl(1^{éq}=1^l)$: $-2,02$
$AzO^6K(1^{éq}=1^l) + SO^4H(1^{éq}=1^l)$: $-0,07$	$KCl(1^{éq}=1^l) + SO^4H(1^{éq}=1^l)$: $+0,15$
$SO^4K(1^{éq}=2^l) + AzO^6H(1^{éq}=2^l)$: $-1,78$	$SO^4K(1^{éq}=2^l) + HCl(1^{éq}=2^l)$: $-1,92$
$AzO^6K(1^{éq}=2^l) + SO^4H(1^{éq}=2^l)$: $+0,19$	$KCl(1^{éq}=2^l) + SO^4H(1^{éq}=2^l)$: $+0,31$
$SO^4K(1^{éq}=4^l) + AzO^6H(1^{éq}=4^l)$: $-1,60$	$SO^4K(1^{éq}=4^l) + HCl(1^{éq}=4^l)$: $-1,72$
$AzO^6K(1^{éq}=4^l) + SO^4H(1^{éq}=4^l)$: $+0,24$	$KCl(1^{éq}=4^l) + SO^4H(1^{éq}=4^l)$: $+0,31$
$SO^4K(1^{éq}=10^l) + AzO^6H(1^{éq}=10^l)$: $-1,40$	$SO^4K(1^{éq}=10^l) + HCl(1^{éq}=10^l)$: $-1,46$
$AzO^6K(1^{éq}=10^l) + SO^4H(1^{éq}=10^l)$: $+0,15$	$KCl(^{éq}=10^l) + SO^4H(1^{éq}=10^l)$: $+0,35$

» Ces nombres établissent d'une manière générale que la réaction se maintient la même, quelle que soit la dilution. Leurs différences mêmes, bien que ne surpassant guère les erreurs d'expérience (à cause de la dilu-

tion des dernières liqueurs) semblent indiquer que la chaleur absorbée dans la réaction de l'acide sur le sulfate de potasse diminue à mesure que la proportion d'eau devient plus considérable. Or ce décroissement est prévu par la théorie, puisqu'il répond à la décomposition progressive du bisulfate alcalin par l'eau : les différences observées (— 0,56 et — 0,40) sont du même ordre de grandeur que la différence analogue relative au bisulfate seul (— 0,43 ; p. 209); mais je n'insiste pas.

» 5. Changeons la proportion relative du sulfate neutre.

I. $AzO^6(1^{éq} = 1^l) + SO^4K(1^{éq} = 1^l)$:		$-1,80$	$HCl(1^{éq} = 1^l) + SO^4K(1^{éq} = 1^l)$:		$-2,02$
» $+\frac{5}{3}SO^4K$	»	$-2,57$	» $+\frac{5}{3}SO^4K$	»	$-2,84$
» $+5SO^4K$	»	$-3,55$	» $+5SO^4K$	»	$-3,84$
» $+10SO^4K$	»	$-3,70$	» $+10SO^4K$	»	$-4,06$

» La chaleur absorbée s'accroît avec la proportion de sulfate neutre, jusque vers des limites voisines de $-3,7$ et $-4,1$ respectivement.

» Ce résultat pourrait être prévu, d'après notre théorie. En effet, l'acide azotique doit se changer entièrement en azotate dans la liqueur, avec production de bisulfate, quand le sulfate neutre est en excès; mais le bisulfate est d'autant moins décomposé par l'eau, que l'excès du sulfate neutre est plus considérable (page 208). Or, le changement du sulfate neutre en azotate absorbe — 1,8; et la transformation intégrale de l'acide sulfurique, devenu libre, en bisulfate : — 2,0; dans l'hypothèse où le sel n'éprouve aucune décomposition; ce qui fait — 3,8 pour la réaction opérée en présence d'un grand nombre d'équivalents de sulfatre neute : c'est sensiblement le chiffre trouvé par expérience.

» Un calcul semblable indique pour $HCl + 10SO^4K$,

$$-2,2 + (-2,0) = -4,2;$$

j'ai trouvé — 4,1 par expérience.

» Dans le cas où le sulfate de potasse suffit exactement pour donner naissance au bisulfate : $AzO^6H + 2SO^4K$, ledit bisulfate éprouve en présence de l'eau une décomposition partielle (1), telle que sa formation apparente absorbe seulement $-1,0$; ce qui fait $-2,8$ pour la réaction théorique. L'expérience indique, en effet, — 2,8.

(1) On suppose que l'acide sulfurique libre qui résulte de cette décomposition est sans action sensible sur l'azotate, parce qu'il est tenu en équilibre par le sulfate neutre et le sulfate coexistants.

» De même, pour $HCl + 2SO^4K$, en présence de l'eau, la théorie indique $-2,2 + (-1,0) = -3,2$, et l'expérience donne $-3,1$.

» Mais si l'on abaisse le sulfate neutre au-dessous de 2 équivalents pour 1 équivalent d'acide azotique, ce dernier ne peut plus être changé entièrement en azotate, parce qu'il décompose seulement le sulfate neutre et non le bisulfate; une portion de l'acide azotique demeure donc libre. D'autre part, le bisulfate formé par la réaction normale ne subsiste qu'en partie dans la liqueur, une partie étant séparée par l'action de l'eau en acide sulfurique libre et sulfate neutre. Ce dernier est attaqué à son tour par l'excès d'acide azotique qui le change en partie en bisulfate; l'équilibre définitif s'établit donc entre six corps : l'eau, l'acide sulfurique, l'acide azotique, l'azotate et les deux sulfates de potasse.

» On peut calculer, au moins approximativement, les effets thermiques dus à ces phénomènes complexes. On trouve ainsi pour la réaction à équivalents égaux : $SO^4K + AzO^6H$; $-1,7$; l'expérience a donné $-1,8$.

» De même, pour $HCl + SO^4K$, le calcul donne $-2,0$; conformément à l'expérience.

» Accroissons encore la quantité d'acide azotique

$SO^4K(1^{éq}=1^{lit}) + AzO^6H(1^{éq}=1^{lit})$.	$-1,81$	$SO^3K(1^{éq}=1^{lit}) + HCl(1^{éq}=1^{lit})$.	$-2,02$
» $+\frac{5}{3}AzO^6H$	$-1,93$	» $+\frac{5}{3}HCl$	$-2,17$
» $+5AzO^6H$	$-2,10$	» $+3HCl$	$-2,32$

» Le sulfate neutre tend à être changé entièrement en bisulfate, à mesure que l'acide antagoniste s'accroît; mais le bisulfate est décomposé en proportion croissante par l'eau qui dissout celui-ci, depuis un tiers jusqu'à moitié environ (page 209). La chaleur nécessaire doit varier d'après le calcul : de $-1,8$ à $-2,1$ pour l'acide azotique et de $-2,0$ à $-2,3$ pour l'acide chlorhydrique, ce que l'expérience confirme. »

CHIMIE ANIMALE. — *Action du sulfate de cuivre sur l'urine normale.* Note de M. **Ramon de Luna**.

» Lorsqu'on traite l'urine normale par une solution de sulfate de cuivre, on obtient une coloration verdâtre. J'ai voulu savoir quel est celui des principes de l'urine normale qui exerce cette réaction réductrice, et pour cela j'ai opéré de la manière suivante :

» J'ai ajouté, à 4 litres d'urine normale, la solution de sulfate de cuivre ($CuO, SO^3, 7HO$), jusqu'à persistance d'une coloration bleuâtre. J'ai éva-

poré, à moitié de son volume, le liquide complétement verdâtre, et exhalant toujours une odeur de cardons cuits; ensuite j'ai filtré, pour séparer du liquide vert les substances muqueuses coagulées. J'ai fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, jusqu'à saturation, dans le liquide filtré, et j'ai séparé ensuite le sulfure de cuivre formé, par une dernière filtration. Le liquide restant, d'une coloration rouge-jaune et excessivement acide, a été soumis à une évaporation ménagée au bain-marie; j'ai obtenu ainsi trois sortes de cristaux :

» 1° Cristaux blancs octaédriques, assez volumineux et très-acides, transparents, solubles dans l'eau; traités par le chlorure de baryum, ils produisent un abondant précipité blanc, parfaitement soluble dans l'acide azotique, donnant avec le molybdate d'ammoniaque un abondant précipité jaune. Ces cristaux sont composés de soufre, d'oxygène, d'hydrogène, d'azote et de phosphore.

» 2° Cristaux volumineux, blancs, transparents, prismatiques, très-acides, solubles dans l'eau; précipitant en blanc par le chlorure de baryum, le précipité n'est pas aussi soluble que le précédent dans l'acide azotique. Ils sont également composés d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de carbone, de phosphore et de soufre. Dans les eaux-mères de ces cristaux, il reste une substance amorphe, solide, fusible par la chaleur, soluble dans l'alcool et l'éther, insoluble dans l'eau.

» 3° La solution éthérée de cette substance donne, par l'évaporation, une masse cristallisée en prismes très-fins, blanche et semblable à la stéarine, qui se sublime par la chaleur, très-riche en carbone, un peu acide et astringente, assez déliquescente; le chlorure de baryum donne un précipité blanc, abondant, soluble dans l'acide azotique, très-riche en phosphore. Je n'ai pas trouvé de soufre dans sa composition, mais seulement de l'oxygène, du carbone, de l'azote, de l'hydrogène et des traces de fer.

» Enfin le résidu, qui constitue un liquide très-foncé, à réaction toujours acide, contient en dissolution une matière noirâtre, qui possède à un haut degré le pouvoir de réduire les sels de cuivre; je m'occupe de l'isoler. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* Septième Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Claude Bernard.

« J'exposerai aujourd'hui à l'Académie les résultats de mes recherches sur la composition des gaz que contient le sang artériel d'animaux

soumis à des pressions barométriques qui dépassent une atmosphère. La présente Note complète donc, sous ce rapport, celle (la cinquième) où j'ai montré comment varient les gaz du sang lorsque la pression est inférieure à la pression normale. (Voir *Comptes rendus*, 1872, t. LXXV, p. 88, séance du 8 juillet.)

» L'appareil dans lequel se fait la compression est un cylindre en tôle d'acier, d'une capacité d'environ 300 décimètres cubes, terminé à ses deux extrémités par des portes munies de hublots en verre très-épais. Une pompe, mise en jeu par un moteur à gaz, permet d'y comprimer l'air jusqu'à 10 atmosphères, avec une rapidité de quatre à cinq minutes par atmosphère.

» Un chien solidement attaché, la tête étendue sur une sorte de cadre en bois et en fer qui s'adapte au contour intérieur du cylindre, est introduit dans l'appareil, où il ne peut faire aucun mouvement. Dans une de ses artères carotides est fixé un ajutage soudé à un tube métallique, qui traverse la paroi d'acier au moyen d'une pièce de raccord vissée, et qui débouche au dehors, où un robinet permet de le fermer.

» Lorsqu'on est arrivé à la pression voulue et qu'on veut tirer du sang, il suffit d'ajuster au robinet, à l'aide d'un tube épais de caoutchouc, une seringue graduée. Le robinet étant ouvert, l'air comprimé contenu dans l'appareil pousse le sang avec une force qu'il faut prudemment modérer : ce sang est chassé du corps comme l'eau d'une éponge exprimée dans la main.

» Le sang que l'on tire de la sorte est toujours plus rouge que le sang extrait du même vaisseau à la pression normale, ce qui indique déjà une augmentation dans la proportion de l'oxygène. Il se coagule plus vite qu'à l'ordinaire, et ceci est un cas particulier d'une sorte de règle générale que j'ai toujours vue se vérifier, à savoir que la rapidité de la coagulation est en rapport avec la richesse en oxygène.

» Lorsque la pression atteint 4 ou 5 atmosphères, le sang arrivé dans la seringue en verre y présente souvent un phénomène qui devient constant au-dessus de 7 atmosphères : c'est le dégagement de bulles de gaz extraordinairement fines. Ces bulles restent isolées, par cette seule raison qu'elles sont emprisonnées dans de petits flocons de fibrine qui se coagulent autour d'elles au fur et à mesure de leur formation. Le nombre de ces bulles est, comme on doit s'y attendre, en rapport direct avec la pression. On voit que le moment où elles apparaissent régulièrement et en abondance est précisément la limite avec laquelle la décompression brusque

entraîne des accidents graves et même la mort. Cependant, et ceci est un fait qui doit donner à penser à ceux qui s'occupent de l'hygiène des ouvriers travaillant sous pression, il m'est arrivé de voir dans ma seringue quelques bulles de gaz à des pressions dont les chiens peuvent sortir soudainement sans donner des signes de malaise; c'est probablement dans ces circonstances qu'arrivent chez l'homme les troubles légers de la locomotion, les gonflements musculaires, les horribles démangeaisons connues sous le nom de *puces*, etc.

» Cela dit, je passe à l'analyse des gaz extraits du sang par la méthode indiquée dans ma cinquième Note; je ne rapporterai ici que le nombre d'expériences nécessaire pour montrer le sens des phénomènes et aussi la variété de leurs détails. Les chiffres expriment le volume des gaz (à 0 degré et 76 centimètres de pression) contenus dans 100 centimètres cubes de sang.

	Oxygène.	Acide carbonique.	Azote.
1° Pression normale........	19,4	35,3	2,2
A 3 atmosphères........	20,9	35,1	4,7
6 »	23,7	35,6	8,1
10 »	24,6	36,4	11,3
2° Pression normale........	18,3	37,1	2,2
A 2 atmosphères........	19,1	37,7	3,0
5 »	20,6	40,5	6,1
10 »	21,4	36,8	11,4
3° Pression normale........	18,4	47,7	2,5
A 3 atmosphères........	20,0	42,2	4,4
6¾ »	21,0	41,3	7,1
9¼ »	21,2	39,8	9,3
4° Pression normale........	22,8	50,1	2,3
A 5 atmosphères........	23,9	35,2	6,0
8 »	25,4	37,6	9,5
5° Pression normale........	20,2	37,1	1,8
A 5½ atmosphères........	23,7	35,5	6,7
10 »	24,7	37,9	9,8

» Examinons les diverses déductions qu'on peut tirer de ce tableau :

» 1° La richesse du sang en oxygène augmente avec la pression; mais cette augmentation est bien faible, puisque, de 1 à 10 atmosphères, elle n'a été au maximum que de 26,7 pour 100 (expérience 1°). Ce résultat est surtout très-frappant lorsqu'on le rapproche de celui que j'ai signalé dans ma cinquième Note, en parlant de la diminution de pression, puisque, à une demi-atmosphère, l'oxygène a diminué de 36 à 56 pour 100.

» Cela semble indiquer que la combinaison de l'oxygène avec l'hémoglobine, combinaison qui se dissocie aux basses pressions, est à son maximum de saturation aux environs de la pression normale, et que, au-dessus, la proportion un peu plus forte d'oxygène que l'on trouve dans le sang tient exclusivement à la dissolution dans le plasma. J'avais déjà montré que la quantité d'oxygène contenu dans le sang s'élève à plus de 20 pour 100, lorsqu'on fait respirer à un animal de l'oxygène pur au lieu d'air ordinaire.

» Si nous rapprochons ces faits de l'empoisonnement par l'oxygène dont j'ai montré les violents effets convulsifs et les conséquences si rapidement mortelles lorsqu'on dépasse 15 atmosphères (voir *Comptes rendus*, 1872, t. LXXIV, p. 617 et t. LXXV, p. 29), on est en droit d'en inférer, comme je l'ai fait déjà, que la proportion toxique de ce gaz est de très-peu supérieure à celle que nous avons normalement dans le sang, et qu'il constitue ainsi le poison le plus violent que nous connaissions.

» 2° La proportion de l'acide carbonique n'est nullement influencée par les augmentations de pression. Ceci a de quoi nous surprendre, car j'ai fait voir, en parlant de la diminution de pression, que la richesse en acide carbonique suit assez docilement la baisse barométrique.

» Comment expliquer maintenant que l'acide carbonique diminue avec la pression, mais n'augmente pas avec elle? Je crois qu'on peut s'en rendre compte par le raisonnement suivant : l'acide carbonique du sang, qui peut s'échapper tout entier dans le vide barométrique, est maintenu dans ce liquide en circulation par la pression du gaz de même nature qui est répandu dans l'air des bronchioles et des cellules pulmonaires. Cet air, ainsi que je l'ai montré (voir mes *Leçons sur la physiologie de la respiration*, p. 165; 1869), contient de 6 à 8 pour 100 d'acide carbonique; c'est cette proportion qui, multipliée par le chiffre exprimant la pression barométrique, représente la pression réelle du gaz intra-pulmonaire, laquelle maintient le gaz intra-sanguin. Lors donc que la pression barométrique augmente, comme la production totale, en poids, de l'acide carbonique n'est pas sensiblement modifiée (je reviendrai sur ce point dans une autre Communication), il en résulte que sa proportion centésimale diminue dans l'air des alvéoles pulmonaires; ainsi sa pression réelle reste la même, et par suite la même aussi la quantité que cette dernière maintient dans le sang en une union chimique facile à dissocier.

» Si, au contraire, nous considérons le cas de la diminution de pression, et si nous nous plaçons, par exemple, à demi-atmosphère, nous voyons

que, pour que la pression réelle de l'acide carbonique intra-pulmonaire restât la même, il faudrait que sa proportion centésimale fût doublée et arrivât par conséquent à 12 ou 16 pour 100. Mais s'il en était ainsi, il ne resterait disponible qu'une proportion d'oxygène absolument insuffisante pour entretenir la vie. Il faut donc, soit que la production de l'acide carbonique diminue, soit que la ventilation pulmonaire s'accélère beaucoup, dans l'un ou l'autre cas, la proportion de ce gaz dans l'air des bronches diminuant, que sa pression réelle diminue, et il en est de même de la quantité qui en existe dans le sang.

» Je pense qu'en approfondissant ces réflexions et en les appliquant à l'analyse de chaque cas particulier, on trouvera l'explication des irrégularités si singulières que nous a présentées la richesse du sang en acide carbonique, considérée dans ses rapports avec les différentes pressions barométriques.

» 3° La proportion de l'azote, gaz qui paraît exister dans le sang à l'état de simple dissolution, augmente considérablement avec la pression, sans suivre cependant exactement la loi de Dalton. Les chiffres rapportés ci-dessus expliquent parfaitement comment, lorsque la décompression est trop brusque, le gaz dissous repasse à l'état libre et occasionne les accidents que j'ai décrits dans ma dernière Note (voir *Comptes rendus*, 1872, t. LXXV, page 491, séance du 12 août). C'est ce qui se passe, ainsi que je l'ai dit plus haut, dans la seringue même avec laquelle on extrait le sang : il en est du sang décomprimé comme d'une bouteille d'eau de seltz que l'on débouche.

» Mais s'il est facile de comprendre pourquoi les gaz libres extraits du cœur d'un animal tué par rapide décompression contiennent (*voir* ma dernière Note) de 70 à 90 pour 100 d'azote, la présence de l'acide carbonique dans la proportion de 10 à 30 s'explique moins aisément, puisqu'il n'y en a pas plus dans le sang à 10 atmosphères qu'à la pression normale. Je pense que cette mise en liberté est due à l'entraînement exercé par l'azote qui se dégage ; il se passe, je crois, dans les vaisseaux, ce qui arrive lorsqu'on fait traverser du sang par un courant d'azote ou d'hydrogène, courant qui déplace une grande quantité d'acide carbonique. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la noctilucine.* Note de **M. T.-L. Phipson.**

« La noctilucine est une nouvelle substance organique qui paraît fort répandue dans la nature. Dans ma Note sur la matière phosphorescente de

la Raie, publiée dans les *Comptes rendus* en 1860, j'ai parlé de cette matière comme d'une substance organique particulière qui luit comme le phosphore, et de même encore dans mon livre sur *la Phosphorescence*, publié à Londres en 1862 (p. 103).

» La noctilucine n'est pas seulement la cause de la phosphorescence des poissons morts et de la chaire animale morte, elle est sécrétée aussi par les vers luisants, le scolopendre, et probablement par tous les animaux qui luisent dans l'obscurité; cette même substance paraît aussi être produite assez souvent par certaines plantes vivantes (*Agaricus*, *Euphorbia*, etc.) et par la décomposition des matières végétales dans certaines conditions spéciales (fermentation des pommes de terre, etc.).

» A la température ordinaire, la noctilucine est une substance presque liquide, azotée; elle est miscible à l'eau, mais ne s'y dissout pas et paraît avoir une densité un peu plus faible que ce liquide; elle est blanche, et récemment extraite d'un animal lumineux, soit vivant, soit mort, elle contient une certaine quantité d'eau, et possède une légère odeur ressemblant un peu à celle de l'acide caprylique. Elle est insoluble dans l'alcool et dans l'éther, se dissout et se décompose facilement par les acides minéraux et les alcalins; la potasse en dégage de l'ammoniaque. En fermentant au contact de l'eau, elle dégage à la longue une odeur de fromage pourri. Aussi longtemps qu'elle est humide, la noctilucine absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique; mais, quand on la laisse dans l'air, elle se dessèche en minces couches translucides, sans aucune structure, et ressemblant beaucoup à la *mucine* qu'on obtient des limaces. Récemment obtenue, la noctilucine est fortement phosphorescente, et cette production de lumière est due à son oxydation au contact de l'air humide. Elle peut même luire dans l'eau aussi longtemps qu'il y a de l'air. Dans le gaz oxygène, elle est un peu plus brillante; mais j'ai observé qu'elle luit toujours plus quand le vent souffle du sud-ouest, c'est-à-dire lorsqu'il y a beaucoup d'ozone dans l'air. Cette production de lumière cesse aussitôt que l'oxydation de la matière est complétement achevée; mais, si la moindre quantité d'air y adhère, la noctilucine luit pendant quelques instants dans l'acide carbonique humide.

» Dans les animaux phosphorescents, la noctilucine est sécrétée par un organe spécial, comme la bile est sécrétée par le foie, et elle paraît être employée à produire de la lumière presque aussitôt qu'elle est produite. Elle est produite également, dans certaines conditions de température et d'humidité, par la matière animale morte, telle que la chair, le sang, et

quelquefois l'urine. Quelle que soit sa source, la noctilucine donne toujours la même espèce de lumière, savoir une lumière presque monochromatique, donnant un spectre qui est principalement visible entre les lignes E et F, et possède les mêmes propriétés chimiques, autant que j'ai pu les examiner. Elle est sécrétée dans un état d'assez grande pureté par le *Scolopendra electrica*, et vers le mois de septembre on peut, en faisant courir plusieurs de ces myriapodes sur une large capsule de verre, en obtenir assez pour examiner ses propriétés principales. Au moyen de l'organe phosphorescent des Lampyres et de la surface phosphorescente des poissons morts, on peut également en obtenir, à un état de pureté moindre, en recueillant dans du papier à filtre humide la matière lumineuse rassemblée par le scalpel.

» La sécrétion de la noctilucine par les animaux lumineux supérieurs, tels que les insectes (Lampyres, Elaters, etc.), est jusqu'à un certain point, sans doute, sous l'influence du système nerveux, ce qui leur donne la faculté de faire cesser leur lumière à volonté. Dans ce cas, la sécrétion est momentanément arrêtée; mais on sait que les œufs des Lampyres luisent pendant quelque temps après qu'ils sont pondus, de sorte qu'ils doivent aussi contenir une petite quantité de noctilucine. Dans les animaux bien plus bas sur l'échelle, tels que la petite *Noctiluca miliaris* de la Manche, les polypes flexibles, etc., il paraît hors de doute qu'il existe aussi un organe spécial pour la production de la lumière, et, là où nous ne trouvons guère d'indices d'un système nerveux, la sécrétion de la matière lumineuse paraît souvent soumise à l'influence des circonstances extérieures. »

CHIMIE. — *Sur l'iodure d'azote.* Note de **M. Husson** fils. (Extrait.)

« *Action de l'iodure d'azote sur l'amidon.* — 2 grammes d'amidon délayés dans un excès d'ammoniaque sont placés dans un ballon avec 2 grammes d'iode. Il se forme aussitôt de l'iodure d'azote, qui se précipite et qui est recouvert par l'amidon, resté parfaitement blanc, puis par la solution ammoniacale. Le ballon étant soumis à l'action de l'air, l'iodure d'azote se décompose peu à peu. De l'azote se dégage, en même temps l'amidon se gonfle et prend une teinte fauve qui passe par diverses nuances, pour devenir violacée, et enfin bleue.

» L'iode seul a encore agi; l'amidon, sous l'influence de la réaction, n'a

fait que se désagréger couche par couche, ce qui a produit les différentes teintes indiquées.

» *Action sur la gomme.* — Cette fois encore, l'expérience a lieu avec 2 grammes de gomme du Sénégal, dissous dans une solution concentrée d'ammoniaque, puis mélangés à 1 gramme d'iode. L'iodure d'azote se précipite et se décompose sous l'influence solaire, sans toutefois qu'il se dégage d'azote. En sorte que le problème semblait résolu; mais l'analyse donne encore un autre résultat. La solution gommeuse, pendant la réaction, devient verdâtre et plus épaisse. L'alcool en précipite une substance blanche qui, reprise par l'eau et précipitée plusieurs fois de la même manière, ne donne plus de trace d'azote, mais décèle de l'iode par l'eau chlorée.

» Cette expérience, négative quant à la production d'albumine, confirme du moins mon opinion sur le produit gommo-iodé qu'on obtient en faisant réagir l'iode sur une solution gommeuse, sous l'influence solaire. Dans une Note présentée à l'Académie de Médecine, j'ai essayé de démontrer qu'il se produit une véritable combinaison, par remplacement de 1 équivalent d'hydrogène par 1 équivalent d'iode, et cela doit être, pour qu'il n'y ait pas de dégagement d'azote.

» En effet,

$$2\,C^{12}H^{11}O^{11} + AzHI^2 = AzH^2H + 2\,C^{12}H^{10}IO^{11},$$

ou

$$C^{24}H^{22}O^{22} + AzHI^2 = AzH^2H + C^{24}H^{20}I^2O^{22}.$$

Le dégagement d'azote n'est donc pas possible, ce gaz s'emparant de 3 équivalents d'hydrogène pour former de l'ammoniaque.

» Cette expérience, répétée avec le mélange indiqué plus haut, à l'aide d'un ballon plongé dans l'eau bouillante et dans lequel furent projetés ensuite des fragments de phosphore, a fait entendre une série de détonations; mais le résultat final n'a guère été modifié. Il y a eu un peu d'hydrogène phosphoré, du phosphore rouge, et une portion de la gomme a été transformée en glucose.

» Ne pouvant produire l'albumine, j'ai cherché du moins à la modifier par l'iodure d'azote.

» *Action de l'iodure d'azote sur l'albumine.* — Si l'on met dans un ballon 1 gramme d'iode délayé dans un blanc d'œuf, et qu'on verse sur le mélange une solution concentrée d'alcali volatil, l'iodure d'azote se précipite aussitôt avec une portion de l'albumine devenue insoluble. Ce magma, tout d'abord d'un vert ardoise, prend sous l'influence solaire les teintes

vertes et rouges à mesure que l'azote se dégage et que l'iode est mis en liberté.

» Dès que l'iodure d'azote est décomposé, l'albumine précipitée ressemble à la masse gélatineuse que l'on obtient en versant une solution concentrée de potasse ou de soude sur l'eau albumineuse. Quant à la partie soluble, elle est visqueuse, d'un jaune brun. Sous l'influence de la chaleur, elle se prend en une gelée qui, traitée plusieurs fois par l'alcool et l'eau distillée froide, cède de l'iodhydrate d'ammoniaque. Ainsi lavée, elle ressemble à de la gélatine gonflée par l'eau; elle se dissout par l'ébullition dans l'eau distillée et l'alcool faible, soluté précipitable par l'alcool à 90 degrés et par les acides. Un excès d'acide sulfurique concentré redissout à froid le précipité, et cette solution prend, à la lumière solaire, une belle teinte groseille, due à l'iode qui est éliminé.

» Le chlore sépare également de l'iode, qui n'a certainement pas pris la place de l'hydrogène, mais s'est substitué au soufre contenu dans cette matière azotée.

» En résumé, l'albumine ainsi modifiée contient de l'iode et présente des caractères communs à la gélatine et à l'albumine obtenue sous l'influence des alcalis. »

ASTRONOMIE. — *Étoiles filantes du mois d'août.*

M. **Le Verrier** présente à l'Académie l'ensemble des observations du mois d'août, faites à Greenwich, à Lisbonne et à Volpeglino :

« Le tableau qu'a bien voulu nous adresser M. *Airy* comprend les nombreux météores observés à Greenwich du 7 au 15 août par MM. *Nash*, *Wright*, *Bishop*, *Cross* et *W. Schultz*. Chacun de ces météores est décrit avec un grand soin; nous serions fort reconnaissant à M. Airy s'il lui était agréable de faire déterminer l'ascension droite et la distance polaire du commencement et de la fin de la course de chacun des météores. Nous nous empresserions de faire imprimer ce relevé, que tous les astronomes qui s'intéressent à ces phénomènes seraient satisfaits de posséder.

» M. *Tradesso da Silveira*, directeur de l'Observatoire de Lisbonne, joint à la carte et à la lettre qu'il envoie une Note explicative de la méthode particulière qui a été suivie à Lisbonne pour l'enregistrement.

« L'enregistrement des observations a été fait en employant l'électricité de la manière suivante : un compteur du général Morin servait pour enregistrer le nombre des étoiles

vues; un des observateurs, au moyen d'un manipulateur, marquait sur le compteur toutes celles qu'il voyait ou que d'autres employés, jamais moins de quatre, lui indiquaient.

» Pour enregistrer le temps précis de l'apparition des étoiles plus remarquables et qu'on fixait sur la carte, on avait lié la pendule de l'Observatoire avec le récepteur Morse, de manière que les secondes y étaient marquées par de petites interruptions dans le trait continu qu'on voyait sur le papier.

» Un appareil très-simple qu'on avait adapté à la pendule faisait que les soixantièmes secondes étaient indiquées par l'omission de la marque de la seconde.

» L'observateur, qui était près d'une table où la carte était fixée, coupait le circuit au moment où il voyait une étoile dont il notait la direction, aussi bien que le lieu de l'apparition; en même temps qu'il faisait cela, il disait à l'employé qui surveillait les appareils qu'il avait noté une étoile; l'employé marquait sur l'espace blanc qu'il voyait sur le papier un nombre d'ordre qu'il énonçait d'emblée à haute voix, afin que l'observateur l'écrivît à côté de la flèche par laquelle il avait marqué sur la carte l'étoile. Ainsi on avait sur le papier de l'appareil Morse le moment juste de l'apparition de ces étoiles plus remarquables, et sur la carte leur direction et le lieu de leur apparition. »

» Dans la nuit du 10 août, 778 étoiles ont été ainsi comptées. De minuit à 4 heures du matin on en comptait environ 130 par heure. Nous regrettons que M. Tradesso da Silveira n'ait pas joint à son envoi le tableau des coordonnées du commencement et de la fin de la course de chaque météore pour l'impression. Nous espérons qu'il voudra bien le faire.

» M. *Maggi*, curé de Volpeglino (Italie), adresse le tableau des observations qu'il a faites de son côté; les heures sont en temps moyen de Paris, afin de faciliter les comparaisons. Le commencement et la fin de la course de chaque météore sont définis par ses coordonnées astronomiques, en sorte que l'impression sera facile. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'apparition des étoiles filantes des* 8, 9, 10 *et* 11 *août* 1872. Note de M. CHAPELAS.

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie le résultat de nos observations pendant les nuits des 8, 9, 10 et 11 août de cette année. Comme toujours, les observations faites pendant les nuits qui ont précédé et suivi le phénomène nous ont montré de nouveau que cette apparition, contrairement à celle de novembre, ne se produit pas d'une manière instantanée, mais qu'elle s'annonce déjà vers les premiers jours de juillet, par une augmentation progressive du nombre horaire moyen des étoiles filantes. Cette année, si l'observation n'a pas été contrariée par la présence de la Lune, elle a été cependant assez difficile en raison de l'état du ciel, comme on va le voir par l'examen de chacune de ces nuits.

» *Nuit du* 8. — Jusqu'à 11 heures, ciel entièrement couvert. De 11 heures à 1 heure du matin, éclaircies qui rendent l'observation possible. Le ciel se couvre ensuite jusqu'au jour. Pendant cette observation, nous avons constaté : 1° un fragment d'aurore boréale ; 2° 44 météores, dont 1 bolide de troisième grandeur, dont voici la position :

Commencement.		Fin.	
Ascension droite.	Déclinaison.	Ascension droite.	Déclinaison.
223°	9°	320°	— 2°

» En opérant sur ces données, nous trouvons pour nombre horaire moyen, ramené à minuit par un ciel serein, 31 étoiles 9 dixièmes.

» *Nuit du* 9. — Ciel complétement couvert jusqu'au jour. Néanmoins, en prenant pour abscisses les jours d'observation, et pour ordonnées les nombres horaires moyens obtenus pour les 8, 10 et 11 août, la courbe ainsi construite nous donne 37 étoiles pour nombre horaire moyen du 9.

» *Nuit du* 10. — Éclaircies de 11 heures à 2 heures du matin. Nous enregistrons 117 étoiles, qui, toujours en tenant compte de l'heure moyenne et du ciel visible, fournissent un nombre horaire moyen égal à 42 étoiles 4 dixièmes.

» *Nuit du* 11. — Ciel serein pendant toute la durée de l'observation, c'est-à-dire depuis 10 heures du soir jusqu'à 3 heures du matin. Apparition de 131 étoiles, dont 1 bolide de deuxième grandeur, direction sud-est. La position de ce météore était :

Commencement.		Fin.	
Ascension droite.	Déclinaison.	Ascension droite.	Déclinaison.
186°	70°	217°	60°

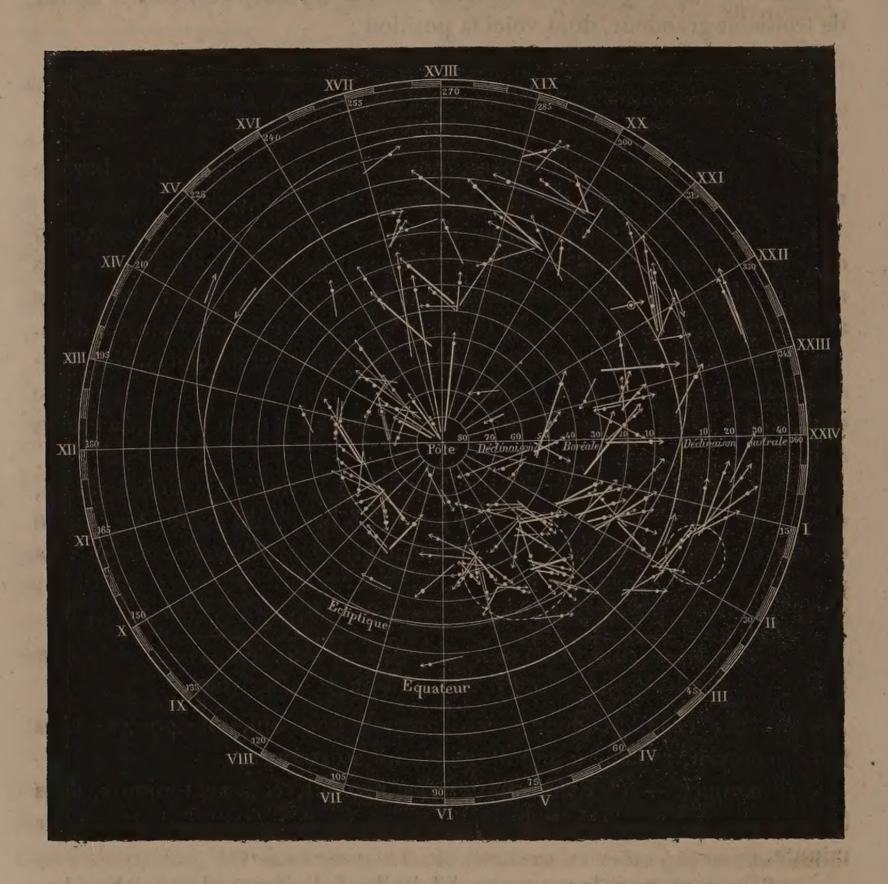
» Agissant ensuite comme précédemment, nous obtenons pour nombre horaire moyen, ramené à minuit, 26 étoiles 2 dixièmes.

» *Remarques.* — 1° Le maximum s'est produit, comme toujours, dans la nuit du 10, vers $1^h 15^m$ du matin, à raison de 1 étoile 5 dixièmes par minute.

» 2° Si nous prenons la moyenne, 33 étoiles 5 dixièmes, des nombres horaires moyens de ces quatre nuits, nous trouvons sur l'année dernière une diminution de 6 étoiles 4 dixièmes. En réalité, le phénomène, depuis 1848, va toujours en s'affaiblissant, car ce nombre horaire moyen atteint à peine le tiers de ce qu'il était à cette époque, qui fut aussi une année maximum pour les aurores boréales et les variations magnétiques.

» 3° Si l'on examine avec attention la carte jointe à ce travail, carte

qui a été dressée avec le plus grand soin, on voit que, au lieu d'être répartis comme d'ordinaire sur toute la surface de notre horizon en affectant toutefois une direction spéciale nord-est, est-nord-est, les météores de cette année, d'abord peu remarquables par eux-mêmes, se trouvent dis-



tribués par groupes placés dans les parties est, sud et sud-ouest du ciel, tout le long de l'écliptique, et semblent former autant de centres de radiation. Mais si l'on plonge indéfiniment et en arrière de la trajectoire de chacune des étoiles tracées sur cette carte, un examen plus attentif détermine clairement un autre centre de radiation bien accentué, situé dans la partie du ciel comprise entre les contellations de Persée, la Girafe et le Cocher, lieu

qui est précisément celui que nous avons déterminé dans un travail intitulé : *Recherches sur les centres de moyenne position des étoiles filantes*, et qui est le même sensiblement pour toutes les époques de l'année. A la grande rigueur, on déterminerait un autre centre, beaucoup moins important, aux environs de o de la Baleine. »

M. **Pigeon** adresse une nouvelle Communication relative au typhus des bêtes à corne.

Cette Communication sera soumise à l'examen de M. Bouley.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 5 août 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin mensuel de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers, fondée en 1846; janvier 1872. Saint-Nicolas-de-Port, 1872; br. in-8°.

Matériaux pour la faune belge. Deuxième Note : Myriapodes; par M. Félix Plateau. Bruxelles, 1872; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Société scientifique et littéraire d'Alais; année 1872; 1er Bulletin. Alais, 1872; in-8°.

Lettere cosmologiche ossia esposizione ragionata dei fenomeni più oscuri ed importanci delle singole scienze e dell' andamento sociale in base dell' organismo della natura; di M. Giordano. Torino, 1872; in-8°.

Il Tevere e le sue inondazioni; pel C.-C. Baldassarre Capogrossi-Guarna. Roma, 1871; in-8°. (Estratto dal giornale *Il Buonaroti*.)

The pharmaceutical Journal and Transactions; may-june 1872. London, 1872; 2 liv. in-8°.

The quarterly Journal of the geological Society; nos 109, 110. London, 1872; 2 liv. in-8°.

List of the linnean Society of London; 1869. London, sans date; br. in-8°.

The Transactions of the linnean Society of London; vol. XXVI, part the fourth; vol. XXVII, part the first, part the second. London, 1869-1870; 3 vol. in-4°.

The Journal of the linnean Society Botany; vol. XI, n°s 52, 53. London, 1869-1870; 2 liv. in-8°.

The Journal of the linnean Society Zoology; vol. X, n°s 47, 48. London, 1870; 2 liv. in-8°.

Summario dos factos mais importantes de clinica cirurgica observados no hospital militar da guarnicão da corte durante os annos de 1865 *a* 1870; *por* A.-C. FORTES DE BUSTAMANTE SA. Rio-de-Janeiro, 1872; in-4°, relié. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

Chemische Analyse der am meisten bekannten Elemente, etc.; *von* K. WOLFF. Göttingen, 1872; in-4°. (Deux exemplaires.)

Archiv für mikroskopische Anatomie, herausgegeben von Max SCHULTZE; achter Band, viertes Heft. Bonn, 1872; in-8°.

Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn; VIII Band, I, II Heft, 1869; IX Band, 1870. Brünn, 1870-1871; 3 liv. in-8°.

Minnesteckning ofver erik Gustaf Geiger af; F.-F. CARLSON. Stockholm, 1870; br. in-8°.

Lefnadsteckningar ofver Kongl. svenska Vetenskaps Akademiens efter ar 1854 *aflidna Ledamoter;* Band I, Hafte 2. Stockholm, 1870; in-8°.

Ofversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens forhandlingar Tjugondesjette argangen. Stockholm, 1870; in-8°.

Ofversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens forhandlingar Tjugondesjunde argangen 1870; n°s 1, 10. Stockholm, 1871; in-8°.

Meteorologiska Jakttagelser i Sverige utgifna af Kongl. svenska Vetenskaps Akademien anstallda och bearbetade under inseende af Er. EDLUND, 1867-1868-1869; 3 vol. in-4° oblong.

Konglica svenska Vetenskaps Akademiens handlingar ny följd 1868-1869-1870. Stockholm, 1869-1871; 3 vol. in-4°.